

PEKKA MILD
HEIKKI METSÄRANTA

Väylähankkeiden vaikuttavuuden arvioinnin mittarit

MITTARISTON KEHITTÄMINEN

Tiemittarikorttien yhteenveto	H/K	Suositus	Ehdotus
Liikenteellisen palvelutason mittarit			
1. Pääsuunnan matka-aika arkipäivän ruuhka-aikaan	X	X	
2. Pääsuunnan matka-aika viikonloppuliikenteessä	X	X	
3. Pääsuunnan raskaan liikenteen keskimääräinen matka-aika	X	X	
4. Paikallisen liikenteen keskimääräinen matka-aika	(X)	X	
5. Pääsuunnan liikenteen ruuhkautuvuus	X	X	
<i>Palvelutaso-teemasta tulossa häiriöherkkyyden mittareita</i>			
Liikenneturvallisuuden mittarit			
6. Henkilövahinko-onnettomuudet suunnittelualueella	X	X	
7. Tielikenneonnettomuuksissa kuolleet suunnittelualueella	X	X	
Ympäristövaikutusten mittarit			
8. Tielikenteen yli 55 dB melulle altistuminen	X	X	
9. Tielikenteen CO ₂ -päästöt	X	X	
10. Pohjavesien pilaantumisriski		X	
11. Estevaikutus jalankulkijoille ja pyöräilijöille			X
12. Luonnon monimuotoisuuden heikkeneminen			X
13. Maiseman ja kulttuuriympäristöjen heikkeneminen			X
14. Virkistysmahdollisuuksien ja viihtyvyyden heikkeneminen			X
Taloudellisten vaikutusten mittarit			
<i>Ajoneuvokustannukset ennustevuonna (kevyet/raskaat)</i>			
<i>Tielikenteen polttoaineen kulutus ennustevuonna</i>			
<i>Väyläpitäjän menot kunnossapidosta</i>			
Laajempien seurasuorakenteiden mittarit			
15. Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön			X
Koostettavat mittarit (constructed scales), yleisohje			X
<i>Kevyen liikenteen, kävelyn ja pyöräilyn olosuhteet</i>			
<i>Joukkoliikenteen olosuhteet ja toimintaedellytykset</i>			
Suositus: Suositeltava mittari, jos asia on hankkeessa ylipäätään relevantti. Ehdotus: Mittariehdotus, jota voi käyttää sellaisenaan tai soveltaen. H/K: Mittarin kuvaama vaikutus sisältyy myös kannattavuuslaskelmaan (sulkeissa merkittyjen mittareiden sisältyminen laskelmaan ei itsestään selvää)			

Ratamittarikorttien yhteenveto	H/K	Suositus	Ehdotus
Liikenteellisen palvelutason mittarit			
1. Nopein matka-aika pääkeskukseen	X	X	
2. Paras junatarjonta	X	X	
3. Suurin mahdollinen tavarajunien määrä	(X)	X	
4. Junaliikenteen täsmällisyys	(X)	X	
Liikenneturvallisuuden mittarit			
5. Tasoristeysturvallisuus	(X)	X	
6. Tielikenteen turvallisuus	X	X	
Ympäristövaikutusten mittarit			
7. Liikenteen CO ₂ -päästöt	X	X	
8. Junaliikenteen melulle altistuminen	X	X	
9. Junaliikenteen tärinälle altistuminen			X
10. Radan estevaikutus			X
11. Pohjavesien pilaantumisriski			X
12. Luonnon monimuotoisuuden heikkeneminen			X
13. Maiseman ja kulttuuriympäristöjen heikkeneminen			X
Taloudellisten vaikutusten mittarit			
14. Tavaraliikenteen liikennöintikustannukset	X	X	
15. Henkilöliikenteen liikennöinnin talous	X	X	
Laajempien seurasuorakenteiden mittarit			
16. Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön	(X)	X	
Suositus: Suositeltava mittari, jos asia on hankkeessa ylipäätään relevantti Ehdotus: Mittariehdotus, jota voi käyttää sellaisenaan tai soveltaen H/K: Mittarin kuvaama vaikutus sisältyy myös kannattavuuslaskelmaan (sulkeissa merkittyjen mittareiden sisältyminen laskelmaan ei itsestään selvää)			

Pekka Mild, Heikki Metsäranta

Väylähankkeiden vaikuttavuuden arvioinnin mittarit

Mittariston kehittäminen

Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 39/2012

Liikennevirasto

Helsinki 2012

Kannen kuvat: Mittarikorttien yhteenvetotaulukot

Verkkojulkaisu pdf (www.liikennevirasto.fi)

ISSN-L 1798-6656

ISSN 1798-6664

ISBN 978-952-255-191-7

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 020 637 373

Pekka Mild, Heikki Metsäranta: Väylähankkeiden vaikuttavuuden arvioinnin mittarit. Liikennevirasto, liikennesuunnitteluosasto. Helsinki 2012. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 39/2012. 62 sivua ja 3 liitettä. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 968-962-255-191-7.

Avainsanat: vaikutukset, vaikuttavuus, mittarit, hankearviointi

Tiivistelmä

Väylähankkeiden arviointiohjeet päivitetään vuoden 2012 kuluessa. Ohjeisiin sisältyy hankkeiden vaikuttavuuden arvioinnin menettelyn ja mittareiden kuvaus. Tiehankkeissa vaikuttavuuden arvioinnin menettelyä ja mittareita on kehitetty muutamia vuosia, ja käyttökokemuksia on saatu noin kymmenestä hankkeesta. Ratahankkeisiin menettely tuodaan ensimmäistä kertaa uusissa ohjeissa. Vaikuttavuuden arvioinnin menettelyllä tarkoitetaan tässä yhteydessä vakioitua tapaa hankkeiden suorien vaikutusten mittaamiseen ja niiden skaalaamista hankkeen vaikutuspotentiaaliin suhteutettuna. Hankkeista pitkällä aikavälillä mahdollisesti seuraavia, välillisiä yhteiskunnallisia vaikutuksia ei menettelyssä pääsääntöisesti käsitellä.

Tässä työssä on laadittu suosituksia ja ehdotuksia tie- ja ratahankkeiden vaikuttavuuden mittareiksi aiempiin käyttökokemuksiin sekä kotimaisiin ja kansainvälisiin referensseihin tukeutuen. Lisäksi työssä on pohdittu vaikuttavuuden arvioinnin menettelyn ja tulosten roolia ja merkitystä osana hankearviointia. Työn alussa oli ajatuksena määrittää täysin vakioituja mittareita hankkeissa tyypillisesti esiintyville vaikutuksille. Työn edetessä kuitenkin todettiin, että hankkeiden arviointitapaukset poikkeavat toisistaan siinä määrin, ettei täysin vakioidun mittarilistan laatiminen ja käyttöön pakottaminen ole tarkoituksenmukaista. Esitettäviä mittareita voi käyttää sellaisenaan tai soveltaen. Kaikkia mittareita ei tarvita kaikissa hankkeissa ja uusia tai vaihtoehtoisia mittareita saa edelleen kehittää tapauskohtaisesti.

Mittarisuosituksukset ovat perinteistä kannattavuuslaskelmaa avaavia, siitä johdettuja tai sitä täydentäviä. Raportissa käsitellään myös teoreettisesti oikeaoppisen monikriteerisen päätösanalyysin vaatimuksia ja soveltamista väylähankkeissa, sekä vaihtoehtojen kustannusten roolia päätöksenteossa. Vaikka teoria ei kaikilta osin toteutukaan vaikuttavuuden arvioinnin menettelyssä eikä mittarisuosituksissa, soveltajat voivat hyödyntää raportin teoriaosuutta uusien mittariehdokkaiden työstämisessä sekä menettelyn rajoitusten ja mahdollisuuksien tunnistamisessa.

Vaikuttavuuden arvioinnin menettelyn ja mittarien kehittämisen keskeisimmäksi rooliksi ja lisäarvoksi on tunnistettu määrällisen arvioinnin lisääminen, vaikutuspotentiaalın määrittäminen, kannattavuuslaskelman avaaminen sekä vaikutusten tehokas viestintä. Menettely ohjaa vaikutusten täsmällisempään määrittelyyn ja kuvaamiseen. Se ei tyhjentävästi korvaa sanallista asiantuntija-arviointia, mutta pelkkä sanallinen arviointi jättää mahdollisuuden varsin ympäröyoreään näennäisarviointiin. Vaikuttavuuden esittäminen yhtenäiselle asteikolle skaalatulla lukuarvolla mahdollistaa vaikuttavuuden arvioinnin tulosten tiivistämisen sekä vaihtoehtojen visuaalisen ja numeerisen vertailun. Yhteenvetovertailu auttaa tunnistamaan kiinnostavia vaikuttavuuseroja vaihtoehtojen välillä, jotka toimivat linkkeinä arviointiraporttiin syvällisempää perehtymistä varten. Seuraava luonteva kehitysaskel on menettelyn rohkea ja ennakkoluuloton soveltaminen, myös ratahankkeissa. Suosituksena esitetään myös tehtyjen arviointien kokoamista yhteiseen internet-portaaliin, jotta mittari-ideoita ja parhaita käytäntöjä saadaan tehokkaasti jaettua tulevien arviointien kehittämiseksi.

Pekka Mild, Heikki Metsäranta: Mätare av effektivitet i transport investeringsprojekt. Trafikverket, trafikplanering. Helsingfors 2012. Trafikverkets undersökningar och utredningar 39/2012. 62 sidor 3 bilagor. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 968-962-255-191-7.

Nyckelord: effekter, effektivitet, mätare, projektutvärdering

Sammanfattning

Transport investeringsprojekt (väg, järnväg och vattenvägar) utvärdering guider uppdateras under 2012. Den nya vägledningen innehåller metoden och mätare för utvärdering av effektivitet. Metoden har testats i cirka tio vägprojekt under de senaste åren, och det införs i järnvägsprojekt för första gången i den nya vägledningen. Utvärdering av effektivitet betyder här (mestadels) kvantitativ mätning av direkta effekter och deras standardiserade presentation som uppnåendet av den eventuella effekt potential. Bredare långsiktiga indirekta effekter beaktas inte i de kvantitativa mätarna.

Denna rapport ger förslag på mätare för effektivitet i väg och järnväg investeringsprojekt, som bygger på erfarenheterna från finska utvärderingar och internationella referenser. Vi har också analyserat och utarbetat den utvärderingsmetodens roll i projektens övergripande utvärdering, kommunikation och beslutsfattande. Till en början skapade vi en uppsättning av standardiserad mätare som skulle ha använts som sådana i alla utvärderingar. Senare kom vi till slutsatsen att en fullt tvingas uppsättning är inte praktiskt. Fallspecifika varianter och tillägg är tillåtna, och alla mätare är inte nödvändiga i varje enskilt fall.

De mätarna "öppnar" den traditionell nytto/kostnadskalkylen, härrör från den eller kompletterar den genom att representera faktorer som inte alls ingår i de traditionella beräkningarna. Denna rapport innehåller även avsnitt om teorin om flera attribut beslutsanalys teori och roll av investeringskostnaderna i den övergripande preferens struktur. Även om teorier inte fullt ut återspeglas i de mätarna presenterats, kan de användas i behandlingen av de önskade egenskaperna hos nya mätare och i erkännandet av eventuella utvecklingar och begränsningar av den utvärderingsmetoden.

De viktigaste roller och mervärde av den standardiserade utvärderingsmetoden av effektivitet är sträva dess efter kvantitativ mätning, bestämning av effekt potentialen, tydligare öppning av nytto/kostnadskalkyler och en snabb kommunikation av projektets effektivitet i en kompakt presentation form. Metoden tvingar mer exakt bestämning och beskrivning av effekter. Den ersätter inte kvalitativ skriftlig expertbedömning, men den kvalitativa beskrivningen ensam kan vara ganska otydlig och det kan locka i kvasi-utvärdering. De skalade numeriska värden av effektivitet med avseende på de olika mätarna ger stöd till visuell och kvantitativ jämförelse av projektets alternativ. Standardiserar jämförelse diagram hjälper till att identifiera de mest intressanta skillnaderna mellan alternativen, som kan fungera som länkar till texterna i utvärderingsrapport och detaljer. Den nästa steg i metodutveckling är öppen tester under de kommande utvärderingar, järnvägsprojekt i synnerhet. Vi föreslår också att tidigare och framtida utvärdering applikationer samlas i en gemensam Internetportal, så att bästa praxis och nya idéer för mätare kan delas omedelbart och effektivt.

Pekka Mild, Heikki Metsäranta: Measures of effectiveness in transport project evaluation. Finnish Transport Agency, Transport Planning. Helsinki 2012. Research reports of the Finnish Transport Agency 39/2012. 62 pages and 3 appendices. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 968-962-255-191-7.

Keywords: impacts, effectiveness, performance measures, project evaluation

Summary

The Finnish transport investment project (road, rail and waterway) evaluation guides are being updated in 2012. The new guidance includes methodology and performance measures for effectiveness evaluation. The methodology has been tested in about ten road projects over last few years, and it is introduced into rail projects for the first time in the new guidance. Here, effectiveness evaluation methodology refers to (mostly) quantitative measurement of direct impacts and their standardized presentation as the achievement of the possible impact potential. Wider long-term indirect impacts are not considered in the quantitative measures.

This report provides suggestions for effectiveness performance measures in road and rail investment projects based on experiences gained from Finnish evaluations and international references. We have also analyzed and elaborated the role of the effectiveness evaluation methodology as a part of projects' overall evaluation, communication and decision making. At first, we aimed at creating a set of standard measures, which would have been used as such in all evaluation. However, we came to a conclusion that a fully forced set is not practical. Case-specific variant and additions are encouraged, and all measures are not necessary in each individual case.

The performance measures "open" the traditional benefit/cost calculations, are derived from it or complement it by representing factors that not at all included in the traditional calculations. This report also includes sections on the theory of multi-attribute decision analysis theory and the role of investment cost in the overall preference structure. Although the theories are not fully reflected in the measures presented, they can be utilized in the consideration of the desired properties of new performance measures and in the recognition of possible extensions and limitations of the evaluation methodology.

The key roles and additional value of the standardized effectiveness evaluation methodology are strive towards quantitative measurement, determination of the impact potential, more transparent opening of the benefit/cost calculations and a swift communication of the project's effectiveness in a compact presentation form. The methodology forces more exact determination and description of impacts. It does not replace qualitative written expert evaluation, but the qualitative description alone may be quite undistinguished and it may tempt into quasi-evaluation. The scaled numerical values of effectiveness with regard to the different measures support visual and quantitative comparison of project alternatives. Standardizes comparison graph helps to identify the most interesting differences between alternatives, which can be serve as links to further investigation within the evaluation report texts and details. The next step of methodology development is open-minded testing in the upcoming evaluations, in rail projects in particular. We would also suggest that past and future evaluation applications are collected into a common Internet portal, so that best practices and new ideas for performance measures can be shared instantly and effectively.

Esipuhe

Vaikuttavuuden arvioinnin menettely on kehitetty alun perin vuosina 2006–2007 ja se on ollut käytössä tiehankkeiden arvioinnissa vuodesta 2008 alkaen. Käyttökokemuksia on saatu reilusta kymmenestä hankkeesta. Menettelyn yksityiskohdat ja vaikuttavuuden laskenta ovat muokkautuneet vuosien varrella (mm. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 38/2010). Nykyisessä muodossaan menettely tuntuu löytäneen varsin sopivan laajuuden ja roolin hankearvioinnissa. Menettely sisältyy vuonna 2011 päivitettyyn hankearvioinnin yleisohjeeseen, ja vuonna 2012 se päivitetään tiehankkeiden ohjeeseen ja tuodaan ensimmäistä kertaa myös ratahankkeiden ohjeisiin.

Tämän työn tehtävänä on ollut mittarien kehittäminen hankkeissa tyypillisesti esiintyville vaikutuksille. Alun perin tavoitteena on ollut muodostaa niin kattava ja oikeaoppisesti laadittu mittaristo, että myös vaikuttavuuksien painotettu yhdistäminen ja kokonaisvaikuttavuuden laskenta olisi mahdollista. Työn edetessä on kuitenkin todettu, että teoreettisesti oikeaoppisen monikriteerianalyysin vaatimukset eivät tyypillisissä väylähankkeiden arvioinneissa täyty. Näin ollen kaikkia mittareiden arvostuksiin ja painokerrointen määrittämiseen käytettävissä olevia menetelmiä ei ole tarkoituksenmukaista käyttää ja ohjeistaa. Työssä onkin keskitytty soveltamiskelpoisten mittarisuositusten ja -ehdotusten laatimiseen, mikä ei tarkoita teoreettisesti ideaalista ja kaikille hankkeille täysin vakioitua mittaristoa. Lisäksi on pohdittu laajasti vaikuttavuuden arvioinnin menettelyn roolia hankearvioinneissa niiden käyttötarkoitus, tyypillinen päätösprosessi ja käytännön toteutettavuuden reunaehdot huomioiden.

Työtä on ohjannut Liikenneviraston työryhmä, johon ovat kuuluneet:

Anton Goebel (pj)
Harri Lahelma
Taneli Antikainen
Jukka Valjakka
Anna Miettinen

Lisäksi mittareita ovat aktiivisesti kommentoineet Jukka Ristikartano ja Pekka Iikkanen (Ramboll Finland Oy), jotka ovat tämän työn jälkimmäisen puoliskon kanssa samanaikaisesti laatineet tie- ja ratahankkeiden arviointiohjeita.

Mittareiden kehitystyöstä ja raportin laatimisesta ovat vastanneet Pekka Mild (Pöyry CM Oy) ja Heikki Metsäranta (Strafica Oy).

Helsingissä lokakuussa 2012

Liikennevirasto
Liikennesuunnitteluosasto / Matkat ja kuljetukset

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO	9
1.1	Tausta	9
1.2	Tavoitteet	10
1.3	Raportti	10
2	YLEISIÄ PERIAATTEITA JA LÄHTÖKOHTIA	11
2.1	Tavoitehierarkia ja mittarit	11
2.1.1	Menetelmällistä taustaa	11
2.1.2	Käsitteistä	11
2.1.3	Tavoitteistolta ja mittaristolta toivottavia ominaisuuksia	13
2.1.4	Tavoitteiston ryhmittely, tasapuolisuus, tasapaino ja merkitsevyys	15
2.2	Mitta-asteikot ja arvostukset	16
2.2.1	Avainsana arvostus	16
2.2.2	Mitta-asteikon valintaan sisältyvät piilevät arvostukset	17
2.2.3	Mittarin tarkkuustason valinta	18
2.2.4	Laadulliset ja rakennetut mittarit	20
2.3	Yhteenvedo mittarien rakentamisesta	27
3	VAIKUTTAVUUDEN ARVIOINTI VAIKUTUSAKSELEILLA	28
3.1	Yleiset periaatteet	28
3.2	Vaikutusakseli määrittäminen	28
3.3	Vaikuttavuuden laskenta	30
3.4	Vaikuttavuuden havainnollistaminen	30
3.5	Vaikutusakselit ja MCDA-teoria	31
4	TIEHANKKEIDEN VAIKUTTAVUUSMITTARIT	33
4.1	Nykytilanne	33
4.2	Suositukset ja ehdotukset mittareiksi	34
4.2.1	Yleiskuva mittaristosta	34
4.2.2	Liikenteellisen palvelutason mittarit	37
4.2.3	Liikenneturvallisuuden mittarit	39
4.2.4	Ympäristövaikutusten mittarit	39
4.2.5	Laajempien vaikutusten mittarit	42
5	RATAHANKKEIDEN VAIKUTTAVUUSMITTARIT	43
5.1	Nykytilanne	43
5.2	Suositukset ja ehdotukset mittareiksi	45
5.2.1	Yleiskuva mittaristosta	45
5.2.2	Liikenteellisen palvelutason mittarit	46
5.2.3	Liikenneturvallisuuden mittarit	48
5.2.4	Ympäristövaikutusten mittarit	48
5.2.5	Taloudellisten vaikutusten mittarit	51
5.2.6	Laajempien vaikutusten mittarit	52
6	KUSTANNUKSEN KÄSITTELY	53
6.1	Yleisiä periaatteita	53
6.2	Subjekttiivisten yksikköhintojen menetelmä	54
6.3	Kustannus- ja nettonykyarvoerot	55
6.4	Yhteenvedo kustannuksen käsittelystä	56

7	JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET	58
7.1	Vaikuttavuuden arvioinnin rooli ja käyttö	58
7.2	Suosituksien ja kehitystarpeet	60

VIITTEET	61
----------------	----

LIITTEET

Liite 1	Akselit tiehankkeiden arvioinnissa
Liite 2	Tiehankkeiden mittarikortit
Liite 3	Ratahankkeiden mittarikortit

1 Johdanto

1.1 Tausta

Liikenneväylien suunnittelussa tarvitaan hanketason vaikutusarviointia, jonka tuottamaa tietoa käytetään myös hankkeiden toteutuspäätösten tukena. Hankearvioinnin olennainen sisältö voidaan jakaa kahteen pääosaan:

1. Kannattavuuden arviointi: yhteiskuntataloudellinen kannattavuuslaskelma, jossa yhdenmukaisilla yksikköarvoilla arvotetut vaikutukset diskontataan nykyarvoiksi vertailuvuoteen ja hankkeelle määritetään hyöty-kustannussuhde.
2. Vaikuttavuuden arviointi: laadullinen tai määrällinen kuvaus ja arviointi kaikista hankkeessa merkityksellisistä vaikutuksista (sisältäen sekä kannattavuuslaskelmaan sisältyviä että laskelman ulkopuolelle jääviä eriä).

Liikennehankkeiden vaikutusarvioinnin menetelmäkehitys on vuosikymmeniä keskittynyt hankkeiden kannattavuuslaskelmiin, joilla yleensä katetaankin liikenteellisesti olennaiset vaikutukset. Laskentamenetelmissä on omat kehittämistarpeensa vastakin. Vaikuttavuuden arvioinnin menetelmällistä kehitystä on tehty vasta muutamia vuosia. Tiehallinto otti vuoden 2008 tiehankkeiden arviointiohjeessa käyttöön vaikutusakseleihin pohjautuvan menetelmän, jota on käytännössä testattu ja kehitetty useissa tiehankkeissa. Vaikutusmittareiden ja -akseleiden määrä ja laatu ovat hieman vaihdelleet hankkeesta toiseen. Ratahankkeissa vaikutusmittareita ei vielä ole käytetty lainkaan, vaikka vaikutuksia onkin muutoin kuvailtu kannattavuuslaskelmaa laajemmin.

Valtiontalouden tarkastusvirasto esitti vuonna 2010 julkaisemassaan tarkastuskertomuksessa (211/2010) tarpeen kehittää järjestelmällistä ja dokumentoitua vaikuttavuuden arviointia väylähankkeiden vertailuun ja ohjelmointiin. Tämä on hankearviointia olennaisesti laajempi kysymys, jota tulee lähestyä kokonaisuudesta käsin. Hanketasolla tuotettu tieto vaikutuksista voi olla käyttökelpoista ohjelmatasolla vain siinä tapauksessa, että vaikutuksia mitataan vertailukelpoisin menetelmin ja asteikoin.

Hanketason vaikuttavuusarvioinnin kehittämisen seuraava kehityssaskel on vaikuttavuuden arvioinnin mittareiden (osittainen) yhdenmukaistaminen, vaikutusakselien määrittelyn yksinkertaistaminen sekä vaikutusmittareiden ottaminen käyttöön myös ratahankkeiden arvioinnissa.

Hankkeiden väliseen vertailuun ja ohjelmointiin soveltuvat mittarit rajoittunevat jatkossakin kannattavuuslaskelmaan sisältyviin, jo vakiintuneisiin liikenteellisten vaikutusten mittareihin. Kannattavuuslaskelmien vertailukelpoisuuden parantaminen ja yhdenmukaistaminen on erillinen tärkeä kehityskohde, johon ei tässä työssä oteta kantaa.

Kannattavuuslaskelmaa täydentävien vaikutusten osalta hankkeiden välistä vertailua tukeva yhdenmukaistaminen on erittäin haastavaa, vaikka vaikutuksia mitattaisiin samoilla mittareilla. Täydentävien, aiemmin yleensä laadullisesti kuvattujen vaikutusten osalta mittarien kehittämisellä tähdätään arviointien täsmällisyyden ja tulkittavuuden parantamiseen.

1.2 Tavoitteet

Tämän työn tavoitteena on määrittää vaikuttavuuden ”vakiomittareita” tie- ja rata-investointien hankearviointiin. Pyrkimyksenä on, että määritellyt vakiomittarit soveltuvat useimpiin tie- ja ratahankkeiden arviointeihin. Työn alkuvaiheessa ajateltiin, että ainakin osa mittareista tulisi olemaan täysin vakioituja, eli niitä tulisi käyttää täsmälleen yhdenmukaisesti kaikissa hankkeissa. Työn edetessä vapausasteita on päätetty lisätä, ja kaikki mittarit ovat luonteeltaan suosituksia ja ehdotuksia. Voidaan kuitenkin vahvasti olettaa, että mittarilistat tulevat yhdenmukaistamaan vaikuttavuuden arviointeja jatkossa. Mittarilistat ohjannevat voimakkaasti mittarien valintaa ja soveltamista etenkin ratahankkeissa, joissa koko arviointimenettely on uusi. Näin ollen voidaan hyvin puhua vakiomittareista, vaikka lista ei olekaan täysin kattava eikä poissulkeva.

Työn tarkemmat osavaiheet ja tavoitteet ovat:

1. Analysoida Suomessa viime vuosina toteutettuja tie- ja ratahankkeiden arviointeja, ja tunnistaa niistä arvioinneissa tyypillisesti toistuvia vaikutuksia sekä niille käytettyjä mittareita.
2. Tarkastella monikriteerisen päätösanalyysin teoriaa ja johtaa siitä hyviä käytäntöjä mittarien rakentamiseen ja hyödyntämiseen päätöksenteossa.
3. Määrittää tie- ja ratahankkeiden vakiomittareita teorian kuvaaman ideaalitalanteen ja käytännön reunaehtojen välissä tasapainoillen, kuitenkin painottaen voimakkaasti käytännön toteutettavuutta ja ohjeistettavuutta.
4. Selkeyttää vaikuttavuuden arvioinnin menettelyn ja mittarien käyttöä ja roolia osana väylähankkeiden suunnittelua, hankearviointia ja päätöksentekoa.
5. Pohtia ja kehittää vaihtoehtojen kustannusten käsittelyä ja sen rinnastamista vaikuttavuuden ja kannattavuuden arviointiin lopullisessa päätöksenteossa.

Työssä rajaudutaan pääsääntöisesti hankearvioinnin tasolle suunnitteluvaihtoehtojen väliseen vertailuun. Hankkeiden välisen vertailun ja priorisointiperiaatteiden kehittämiseen on keskityttävä erikseen, joskin hankearviointitasoiset mittarit toimivat eittämättä lähtökohtana ja -aineistona myös hankkeiden välisessä vertailussa.

1.3 Raportti

Luvussa 2 esitetään teoriaa ja vaatimuksia oikeaoppisen monikriteerianalyysin soveltamiseksi. Teoria on varsin yleistajuista ja hyödyllistä minkä tahansa mittareiden rakentamisessa, joten siitä voi poimia ajatuksia uusien mittarien kehittämiseen tai tapauskohtaiseen muokkaamiseen. Luvussa 3 kuvataan vaikuttavuuden arviointi vaikutusakseleilla uusien hankearviointiohjeiden mukaisesti. Luvussa 4 analysoidaan lyhyesti tiehankkeissa toteutettujen vaikuttavuuden arviointien mittaristoja ja esitetään uusi tiehankkeiden mittarilista perusteluineen. Luvussa 5 analysoidaan ratahankkeiden toteutettuja arviointeja vaikuttavuuden näkökulmasta ja esitetään uusi ratahankkeiden mittarilista perusteluineen. Luvussa 6 pohditaan kustannuksen roolia ja käsittelyä vaikuttavuuden arvioinnin rinnalla. Luvussa 7 esitetään yhteenveto ja suosituksia vaikuttavuuden arvioinnin menettelyn roolista osana hankearviointia sekä laajemmin osana hankkeiden suunnittelu- ja päätöksentekoprosessia.

2 Yleisiä periaatteita ja lähtökohtia

2.1 Tavoitehierarkia ja mittarit

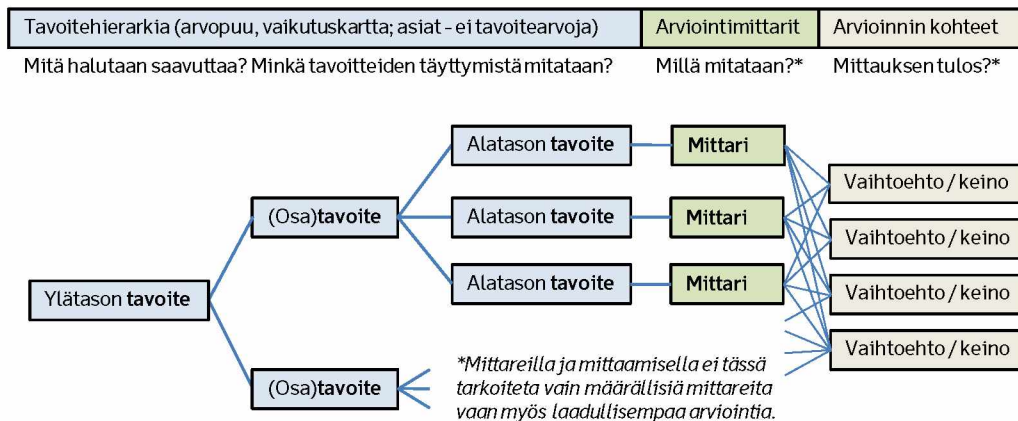
2.1.1 Menetelmällistä taustaa

Menetelmällisestä näkökulmasta katsottuna vaikuttavuuden arvioinnin mittaristojen kehittämisessä on kyse monitavoitteisen/-kriteerisen päätösanalyysin (Multiple Criteria Decision Analysis, MCDA) periaatteiden soveltamisesta. Kyse ei ole pelkästään yksittäisestä ”menetelmästä”, vaan nimenomaan periaatteista ja menettelyistä tavoitteiden ja mittareiden määrittelyyn, vaihtoehtojen arviointiin ja vertailuun sekä lopulta valintojen ja päätöksenteon tukemiseen. Tieteenalana MDCA jakautuu muutamiiin koulukuntiin, jotka eroavat toisistaan lähinnä analyysiprosessin loppuvaiheessa, jossa on jo selkeämmin kyse (numeerisista) ratkaisumenetelmistä preferenssien, vertailujen ja päätöksentekijän valintojen tueksi. Ala kattaa laajan spektrin ”pehmeistä” ajatuskartoista ”koviin” matemaattisiin optimointimalleihin. Koulukunnasta riippumatta analyysin rakentamista koskevat periaatteet ovat varsin yhdenmukaiset. Päätösanalyysissa korostetaan yleisesti onnistuneen ongelman jäsentelyn ja strukturoinnin tärkeyttä, koska ilman oikeita tavoitteita ja hyviä mittareita hienokin tekninen analyysi voi jäädä päätöksenteon tukemisen kannalta merkityksettömäksi.

Tässä raportin luvussa esitettävät periaatteet pohjautuvat valtaosin amerikkalaisen professori Ralph L. Keeneyn teksteihin, joka on erittäin arvostettu, kokenut ja johtava nimi päätösanalyysin kehittäjänä ja soveltajana. Keeneyn keskeisiin teoksiin kuuluu kaksi alan klassikkokirjaa (Keeney ja Raiffa 1976; Keeney 1992) sekä joukko muita erittäin merkittäviä sovelluksia ja julkaisuja (Keeney, 2002, 2004, 2007; Keeney ja Gregory, 2005; Keeney ja Von Winterfeldt, 2007). Vastaavia ajatuksia löytyy toki monista muistakin lähteistä, mutta tässä työssä on tukeuduttu kyseisiin lähteisiin.

2.1.2 Käsitteistä

Tässä työssä puhutaan vaikuttavuuden *vakiomittareista* ja yleisesti vaikuttavuuden arvioinnissa puhutaan *tavoitteista*. Käsitteissä ja termeissä on paljon epäyhdenmukaisuutta sekä MCDA-tieteenalalla että erilaisissa sovelluksissa. Myös käännökset kielestä toiseen ovat omiaan lisäämään käsitteistön kirjavuutta. Seuraavassa (Kuva 1, ja Taulukko 1) selkiytetään tässä työssä käytettävää käsitteistöä.



Kuva 1. Tavoitehierarkia (objectives), mittarit (attributes) ja vaihtoehdot (alternatives).

Taulukko 1. Käsitteiden vastaavuuksia ja eroavaisuuksia.

Tässä työssä	MCDA	Hankearviointiohjeet
tavoitehierarkia	value tree	vaikutuskartta
tavoite (ylätaso)	objective (higher level)	vaikutusalue (osa-alue)
tavoite (alataso)	objective (twig level)	mittari
mittari	attribute	kriteeri & tavoitesuunta
mitta-asteikko	measurement scale	indikaattori (vaikutus)
arvoasteikko	value scale	vaikuttavuus

Tässä työssä, ja MCDA:ssa yleisimmin, käsitteellä *tavoite* (objective) viitataan samalla sekä tavoiteltavaan asiaan että tavoitteelliseen suuntaan, esimerkiksi "vähennetään liikenneonnettomuuksia". Tavoitteella (objective) ei siis viitata määrättyyn tavoitearvoon (goal, target, suunnittelutavoite). Tavoitehierarkialla kuvataan yleisluonteisemmin kirjattujen tavoitteiden pilkkoutumista konkreettisemmin määritellyiksi tavoitteiksi, joihin voidaan kytkeä niiden täyttymistä kuvaavia *mittareita* ("attributes to measure the achievement of objectives"). Tässä mittarilla ei viitata ainoastaan määrällisiin, fyysisesti mitattaviin tai ennustettaviin mittayksiköihin. Mittari on konkreettisesti määritettyyn tavoitteeseen kytketty säännöstö, jonka perusteella i) arvioinnin kohteet voidaan sijoittaa mitta-asteikolle niiden ominaisuuksien perusteella, ja tuloksena syntyvä ii) arvo kuvaa tavoitteen täyttymisastetta ja sille annettua arvostusta. Näin määriteltynä mittariin (attribute) sisältyy kaksi dimensiota: i) mitta-asteikko, joka voi olla myös laadullinen, jolle vaihtoehdot sijoitetaan arvioinnissa ja ii) arvoasteikko, joka kuvaa mitta-asteikon pisteiden välistä arvostusta suhteessa toisiinsa. Mitta- ja arvoasteikoita avataan tarkemmin edempänä.

Kokonaistavoitteesta haarautuvaa, mittarien kautta vaihtoehtoihin kulkevaa kokonaisuutta (Kuva 1) nimitetään yleisimmin arvopuuksi. Termi kriteeri (criterion) esiintyy usein sekä tavoitteen että mittarin synonyymina. Tässä työssä pitäydytään termeissä tavoite ja mittari. Alatason tavoitteiden ja niihin kytkettyjen mittareiden erottelu on esitystapana hieman valtavirrasta poikkeava, sillä usein alatason tavoitteen määrittelyä pitää jo sisällään kyseisen mittarin. Esimerkiksi ylemmän tason tavoitteen "parannetaan liikenneturvallisuutta" alla voi olla yhtenä tarkentavana tavoitteena "vä-

hennetään henkilövahinko-onnettomuuksia”, jonka mittari on luontevasti ”laskennalliset heva-onnettomuudet”. Erottelulla halutaan kuitenkin korostaa, että tavoitehierarkia kuvaa asiasisällöllistä tavoiterakennetta ja mittarit ovat edellä määritellyn mukaisia vaihtoehtojen arvioinnin työkaluja. On myös syytä huomioda, että mittarin ja arvioitavien vaihtoehtojen väliin voi olla tarpeen rakentaa *vaikutusketju* (ei esillä Kuva 1), jolla konkretisoidaan millaisen vaikutusmekanismin kautta vaihtoehto tai keino vaikuttaa mittarin arvoon. Ketjun osia voivat olla esimerkiksi konkreettiset toimenpiteet ja fyysisen tilan indikaattorit (mm. Liikennevirasto, 2010).

Liikenneviraston nykyisissä hankearviointiohjeissa ja niiden taustaraporteissa (liikenneväylien hankearvioinnin yleisohje, Liikennevirasto 2011 sekä aiemmat tienpidon vaikutuskarttaan ja vaikuttavuuden arviointiin liittyvät julkaisut) käytettävä termistö määritelmineen on sekin valtavirrasta poikkeavaa. Erityisesti mittarin, kriteerin, tavoitteen ja indikaattorin käyttö samassa yhteydessä on poikkeuksellista. Tässä työssä tilannetta pyritään selkiyttämään käyttämällä vain termejä tavoite ja mittari, joskin kaikille hankearviointiohjeiden termeille on pyritty hakemaan vastaavuudet yleisimmin käytetyistä termeistä (Taulukko 1).

2.1.3 Tavoitteistolta ja mittaristolta toivottavia ominaisuuksia

Monitavoitteinen päätösanalyysi tähtää erityisesti päätöstilanteen perimmäisten tavoitteiden selvittämiseen sekä arvostusten ja vaihtoehtojen vertailuun nimenomaan näiden tavoitteiden suhteen. Liikennehankkeiden arviointi, etenkin vaikuttavuuden arviointi, tähtää periaatteessa samaan, mutta näkökulma on jonkin verran laajempi mm. arviointia koskevien lakien ja asetusten ohjaamana. Seuraavat sitaatit on poimitu uudesta liikennehankkeiden arvioinnin yleisohjeesta (Liikennevirasto, 2011):

”Liikenneväylähankkeiden arvioinnin näkökulma on yhteiskuntataloudellinen. Tämä tarkoittaa sitä, että tarkastelun kohteena ovat kaikki hankkeen merkitykselliset vaikutukset riippumatta siitä, mihin ne kohdistuvat ja millaisia ne ovat.”

”Vaikutusten valinnassa perussääntö on ottaa tarkasteluun kaikki ne vaikutukset, joilla on merkitystä päätöksenteossa, eli suunnitteluvaihtoehtojen valinnassa, investointien priorisoinnissa ja toteutuspäätöksissä. Vaikutusten valinnassa on lisäksi kiinnitettävä huomiota niiden arviointikelpoisuuteen.”

Sanoma on pääpiirteittäin yhtenevä MCDA-alan ohjenuorien kanssa. Toisaalta vaikutusten arvioinnissa saatetaan arvioida myös sellaisia vaikutuksia, jotka eivät ole päätöstilanteen varsinaisia tavoitteita (vaan esimerkiksi myönteisiä tai kielteisiä sivuvaikutuksia) tai vaihtoehtojen erot niiden suhteen ovat merkityksettömiä. Näistä käytännön poikkeuksista huolimatta teoreettisesti oikeaoppisen tavoitteiston periaatteet on hyvä ottaa mittarien kehitystyössä huomioon ja pyrkiä niiden noudattamiseen.

Hyvin rakennettu ja konkreettisesti määritelty tavoitteisto on siis keskeinen lähtökohta onnistuneelle analyysille ja mittarien määrittämiselle. Tavoitteistolta toivottavia ominaisuuksia (desirable properties of fundamental objectives) ovat:

- Ohjattava (controllable). Päätöskontekstin päätösvaihtoehtoilla voidaan vaikuttaa tavoitteisiin, eikä tavoitteiden saavuttaminen ole merkittävässä määrin riippuvainen muista tämän päätöskontekstin ulkopuolisista päätöksistä tai tapahtumista.

- Oleellinen (essential). Kaikki vaihtoehdot vaikuttavat kaikkiin tavoitteisiin, eli mukana ei ole vain yksittäisten vaihtoehtojen kannalta relevantteja tavoitteita. Joidenkin vaihtoehtojen vaikutus voi toki olla nolla, jos tavoitetta muuten pidetään päätöskontekstissa oleellisena.
- Kattava (complete). Tavoitteisto kattaa kaikki päätöskontekstin kannalta oleelliset vaikutukset.
- Yksinkertainen (nonredundant). Tavoitteistossa ei ole päällekkäisiä asioita, eli oleellisesti samaa tavoitetta ei kuvata kahteen kertaan.
- Tiivis (concise). Tavoitteiden ja hierarkiatasojen määrä pyritään pitämään mahdollisimman pienenä.
- Tarkka (specific). Tavoitteiden tulee olla selvästi kuvattuja, jotta niille voidaan valita mittarit ja vaihtoehtojen vaikutukset niihin saadaan määritettyä.
- Ymmärrettävä (understandable). Aiheesta kiinnostunut yleissivistynyt henkilö ymmärtää tavoitteet ilman syvällistä erikoisasiantuntemusta.

Lista sisältää ristiriitoja, mm. tiivis ja yksinkertainen vs. kattava ja tarkka, joten tavoitteiston rakentaminen vaatii kompromisseja. Tavoitteiston määrittämisen jälkeen tai samassa yhteydessä muodostetaan tavoitteiden saavuttamista kuvaavat mittarit. Mittareilta toivottavia ominaisuuksia (desirable properties of attributes) ovat:

- Yksiselitteinen (unambiguous). Nähdään selkeä yhteys todellisten seurauksien ja mittariarvojen välillä. Yksiselitteinen mittari ei saa olla epämääräinen eikä epätarkka. Yksiselitteisellä mittarilla pystytään selkeästi kuvaamaan asian tila ja myös erottelemaan vaihtoehdot toisistaan.
- Tyhjentävä (comprehensive). Vaihteluväli on riittävän laaja kattamaan kaikki realistiset seuraukset ja mitta-asteikkoon sisältyvät arvostukset on tunnistettu ja hyväksytty.
- Suora (direct). Mittari mittaa suoraan jonkin tavoitteen saavuttamista. Aina suoria mittareita ei löydy, mutta niihin tulisi pyrkiä.
- Toteutettavissa (operational). Tarvittavat tiedot voidaan kerätä tarkoituksenmukaisesti ja kustannustehokkaasti. Mittareiden välille syntyvät trade-offit on ratkaistavissa, eli löytyy henkilö(t), jo(i)lla on päätösvaltaa ja valmiutta vastata analyysin edellyttämiin vertailuihin.
- Ymmärrettävä (understandable). Ymmärrettävyys on tärkeä osa viestintää. Sekä tavoitteiden että mittareiden tulisi olla ymmärrettäviä asiasta kiinnostuneelle maallikollekin.

Erilaiset mittarityypit (attribute types) voidaan vielä erotella seuraavasti:

- Luonnollinen (natural). Yleisessä käytössä olevat, selkeät mittarit, joiden arvoja tuotetaan usein fyysisesti laskemalla tai mittaamalla. Myös vakiintuneita indeksejä ja vastaavia useammasta luonnollisesta mittarista rakennettuja muunnelmia voidaan pitää luonnollisen mittarin kaltaisina.
- Rakennettu (constructed). Voivat sisältää laadullista ja/tai määrällistä tietoa yhdessä tai erikseen. Esimerkiksi erilaiset painotetut summat mitattavista asioista tai sanalliseen kuvaukseen perustuvat asteikot. Keskeisin (ja usein ainoa mahdollinen) mittarityyppi laadullisille tavoitteille.
- Viitteellinen (proxy). Jos suoraa luonnollista mittaria ei löydy eikä mittarin rakentaminen onnistu, voidaan käyttää välillistä mittaria. Se on luonteeltaan usein luonnollisen mittarin kaltainen, mutta ei mittaa suoraan minkään tavoitteen saavuttamista, eli mittarin arvoon vaikuttavat muutkin kuin päätösti-

lanteessa kontrolloitavat tekijät. Vaikutusketjun avaaminen voi auttaa selkeyttämään viitteellisen mittarin ja tavoitteen välistä yhteyttä ja oletuksia.

Jotkin mittarit voivat vaikuttaa kahden tyypin yhdistelmiltä, mutta tällainen kolmierottelu on kuitenkin todettu tarkoituksenmukaiseksi. Mittareiden valinnan ohjenuorana on järjestys: 1. luonnollinen, 2. rakennettu, 3. viitteellinen. Mittarien valinta on itsessään monitahoinen päätösongelma, koska harva mittari täyttää kaikkia edellisissä listoissa esitettyjä ominaisuuksia. Lisäksi liikennehankkeiden arviointikonteksti käytännössä pakottaa arvioimaan esimerkiksi hiilidioksidipäästöjä, vaikka arvioitavilla vaihtoehdoilla ei voitaisikaan niitä merkittävästi kontrolloida.

2.1.4 Tavoitteiston ryhmittely, tasapuolisuus, tasapaino ja merkitsevyys

Edellä esitetyt tavoitteistolta ja mittaristolta toivottavat ominaisuudet edustavat ideaalitulannetta, johon harvoin päästään kaikilta osin. Listoja tuleekin käsitellä pyrkimyksinä ja ohjenuorina, ei tarkastuslistoina, joiden jokaisen vaatimuksen läpäisy on edellytyksenä ylipäättään toimivalle analyysille. Edellisten ominaisuuksien lisäksi tulisi vielä kiinnittää huomiota tavoitteiston ryhmittelyyn ja tasapuolisuuteen, rakenteelliseen tasapainoon ja tavoitteiden merkitsevyyden kuvaamiseen.

Tavoitteiden ryhmittely erilaisten näkökulmien suhteen edesauttaa tavoitteiston jäsentämistä ja tukee näkökulmien huomioon ottamisen ja tasapuolisuuden tarkastamista. Tavoitehierarkia kuvaa tavoitteiden loogista pilkkoutumista konkreettisimmiksi osiksi, mutta se ei välttämättä viesti tavoitteiden ryhmittelyä esimerkiksi dimensioiden *missä* ja *kenelle* suhteen. Tiehankkeiden arvioinnissa on usein käytetty ryhmittelyä: kansainväliset ja valtakunnalliset / seudulliset / paikalliset tavoitteet. Tällainen ryhmittely ei välttämättä sovellu parhaalla mahdollisella tavalla tavoitehierarkian ylimmäksi tasoksi, eli tavoitteiston ensisijaiseksi haarautumisperusteeksi. Sen sijaan ryhmittelyä voidaan hyödyntää ilmaisemalla jokaisen tavoitteen osalta esimerkiksi värikoodein tai muutoin korostamalla mihin ryhmään se kuuluu. *Kenelle vaikutukset kohdistuvat* -tyyppisiä ryhmittelyjä voisivat olla esimerkiksi: läpikulkuliikenne / paikallinen liikenne / lähiympäristön asukkaat ja kevyt liikenne, tai erilaiset asiakasryhmät. Tavoiteryhmittelyjen laatimisen ja esittämisen keskeisenä tarkoituksena on korostaa ja samalla tarkastaa, että oleelliset näkökulmat on otettu huomioon ja arviointimittaristo kattaa ne tarkoituksenmukaisen tasapuolisesti.

Tavoitteiden painottamista ajatellen tavoitteistosta syntyvän hierarkiapuun tulisi olla myös rakenteeltaan mahdollisimman tasapainoinen, eli kaikissa haaroissa olisi hyvä olla (lähes) yhtä monta "oksaa". Jos jollekin ylätasen tavoitteelle on määritetty vaikakapa neljä tarkentavaa tavoitetta (ja mittaria) ja jollekin toiselle vain yksi, annetaan useampaan osaan jakautuvalle tavoitteelle herkästi suurempi kokonaispaino kuin pelkkiä ylemmän tason tavoitteita keskenään vertailtaessa annettaisiin. Sama ilmiö esiintyy painotuskontekstista irrotettunakin: jos jollekin asialle on mittaristossa monta mittaria, se "näyttää" herkästi merkityksellisemmältä kuin vain yhdellä mittarilla kuvattu asia, vaikka jälkimmäisen mittaria pidettäisiin merkitykseltään suurempana. Harha on yleisesti tunnistettu (nk. *splitting bias*) ja se on ensisijaisesti kognitiivinen. Tätä tyyppistä ja inhimillistä harhaa voidaan ehkäistä sen tiedostamisella ja välttämällä rakenteellisesti epätasapainoisen puun muodostamista. Myös tavoitehierarkian graafiseen esittämiseen on syytä kiinnittää huomioita erityisesti siitä näkökulmasta, että esitys tukisi mahdollisimman hyvin hierarkiatasojen sisäistämistä ja siten helpottaisi rinnastamaan merkitykseltään samansuuruiset asiat keskenään.

Vaikka tavoitteita ei painotettaisi numeerisesti, tarvitaan vaihtoehtojen vertailuissa kannanottoja tavoitteiden priorisoinnista muodossa tai toisessa. Tiehankkeiden arvioinneissa on käytetty tavoitteiden kirjaamista ensisijaiseksi / täydentäväksi, tärkeysjärjestyksen esittämistä tai sanallista kuvausta. Uudessa hankearviointiohjeessa esitetään erottelu ensisijaisiin ja toissijaisiin tavoitteisiin sekä myönteisiin ja kielteisiin sivuvaikutuksiin. Vähintään tällaista suuntaa-antavaa informaatiota on syytä esittää jatkossakin, joskaan sen tarkkuus ei riitä juurikaan tukemaan vaihtoehtojen vertailussa mahdollisesti kohdattavien ristiriitatilanteiden ratkaisemista. Tarkempaan (numeeriseen) painottamiseen on tarvittaessa olemassa lukuisia vakiintuneita tekniikoita, joiden käyttö on kuitenkin selvästi työläämpää ja edellyttää ehdottomasti tavoitteisiin liitettyjen mittarien vaihteluvälin huomioimista (Mild, 2009; 2010).

2.2 Mitta-asteikot ja arvostukset

2.2.1 Avainsana arvostus

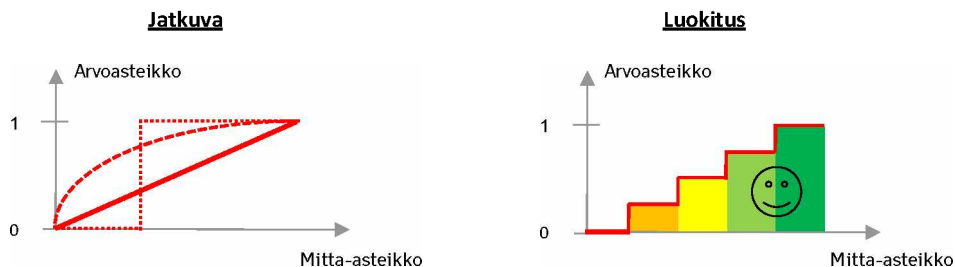
Edellä esitetyt periaatteet ja yleisohjeet koskevat tavoitteiston ja sen alimpiin oksiin kytkettävien mittarien *asiasisällöllisiä* ominaisuuksia. Mittarin määrittelyssä on syytä huomioida myös teknisempiä seikkoja sekä mitta-asteikon että arvoasteikon valintaan ja muodostamiseen liittyen. Hyvin määritetty tavoitehierarkia varmistaa, että analysoidaan oikeita asioita. Hyvin määritetty mittari varmistaa, että mittari mittaa haluttua asiaa (mitta-asteikko) ja kuvaa mittaustulosten arvostusta suhteessa toisiinsa halutulla tavalla (arvoasteikko). Arvostusnäkökulman huomioiminen jo mittarien määrittelyssä helpottaa merkittävästi niiden välistä vertailua ja painottamista.

Mitta- ja arvoasteikon välisen yhteyden ajatus on oleellisesti samanlainen riippumatta siitä onko mitta-asteikko jatkuva (esim. matka-aika) vai luokkiin jaettu ja mahdollisesti sanallisiin / laadullisiin kuvauksiin perustuva (esim. luonnon monimuotoisuus). Arvoasteikko normeerataan tyypillisesti siten, että huonoin (vähiten arvostettu) mitta-asteikon piste saa arvon nolla ja paras (eniten arvostettu) piste saa arvon yksi (tai 100 %). Tämä vastaa vaikutuspotentiaalin täyttymisastetta ja siten vaikuttavuuden lukuarvon normeerausta uudessa liikennehankkeiden arviointiohjeessa.

Jatkuvan mitta-asteikon tapauksessa (Kuva 2 vasen puoli) mittaustulosten arvostus suhteessa toisiinsa voi olla lineaarinen, jolloin mittaustuloksen parantumista arvostetaan samalla kulmakertoimella koko mitta-asteikon alueella. Hankearviointiohjeen vaikuttavuuden määritelmässä arvostus on nimenomaan lineaarinen. Arvostus voi kuvata myös laskevaa rajahyötyä tai jopa kynnysvaatimustyyppistä tilannetta, jossa tietyn kynnystason alittavat tulokset ovat arvottomia ja kynnystason ylittävät ovat kaikki yhtä arvokkaita. Muita esimerkkejä mahdollisista arvostusten muodoista esitetään mm. vaikutusakselien yhdistämistä pohtivassa raportissa (Mild, 2009). Hankearviointien kontekstissa lineaarinen arvostus on yleensä riittävä ja tarkoituksenmukainen jatkuvien mitta-asteikoiden käsittelyyn. On kuitenkin hyvä muistaa, että kyseessä on yleisemmän arvofunktion erikoistapaus.

Myös ”laadullisissa” mittareissa on aivan analogisesti kyse mitta-asteikoista ja arvoasteikoista. Näissä tilanteissa mitta-asteikko on yleensä jaettu muutamaan luokkaan, joiden määritelmänä on laadullinen (sanallinen) kuvaus. Luokkiin liitettävät piste-määrät kuvaavat niiden arvostuksia suhteessa toisiinsa porrasmaisesti (Kuva 2 oikea puoli). Monissa sovelluksissa tätä analogiaa ei huomioida, vaan laadulliset mitta-

asteikot rakennetaan puolihuolimattomasti ja pisteytykset saatetaan vain ”liimata päälle” miettimättä juurikaan mittarin kuvaamia arvostuksia.



Kuva 2. Mitta-asteikon ja arvoasteikon välinen yhteys.

Arvostuksen huomioiminen on tärkeää erityisesti mittarien yhdistämisen (kokonaisvaikuttavuus) ja ristiriitaista vaikuttavuutta tarjoavien vaihtoehtojen vertailun kannalta. Jos pyrkimyksenä on pelkkä vaikutusten – ei vaikuttavuuden – arviointi eikä vaikutuksia tai vaihtoehtoja ole tarkoitus vertailla ja priorisoida vaikuttavuuden perusteella, riittää pelkkien mitta-asteikoiden käsittely. Arvoasteikkokäsitteen ei ole tarkoitus monimutkaistaa ja mystifioida arviointia ja mittareita: yksinkertaiset ja tutut arvostusmuodot – lineaarinen jatkuva ja porrasmainen luokittelu – riittävät ja toimivat jatkossakin, mutta niiden yhteys yleisempään arvoteoriaan on hyvä tunnistaa mittareita muodostettaessa ja tuloksia käsiteltäessä.

Viitaten Taulukkoon 1 *mitta-asteikko* kuvaa *vaikutusta*, *arvoasteikko* kuvaa *vaikuttavuutta* ja kokonaisuuksien vertailussa tarvitaan painotettua *kokonaisvaikuttavuutta*. Mitta- ja arvoasteikon yhteys kuvaa kyseisen vaikutuksen ja sen vaikuttavuuden suhteen mittarin *sisällä*, kun taas tavoitteiden painot kuvaavat eri mittarien *välillä* arvostusta (merkittävyyttä) suhteessa toisiinsa kokonaisvaikuttavuudessa (Mild, 2009). Yksinkertaisimpana esimerkkinä on mittariarvojen yhteenlasku, jolloin vaikuttavuutta pidetään jokaisen tavoitteen suhteen yhtä tärkeänä. Painotuksia ja kokonaisvaikuttavuutta ei käsitellä tässä työssä, mutta hyvin määritellyt mittarit ovat edellytyksenä vaikuttavuuksien mielekkäälle vertailulle ja mahdolliselle painottamiselle.

2.2.2 Mitta-asteikon valintaan sisältyvät piilevät arvostukset

Jo mitta-asteikon mittayksikön valinta saattaa pitää sisällään arvovalintoja, joita ei välttämättä huomioda valintaa tehtäessä. Mitattavan vaikutuksen määrä (pisteen sijainti mitta-asteikolla) on yleensä käytettävän mittayksikön summa: esimerkiksi 10 metriä on $1+1+\dots+1$ metriä. Näin ollen mittayksikkö määrää mitä summataan, eli mitä mitta-asteikko kuvaa. Tyypillisiä vaihtoehtoja on kaksi: perusyksiköiden suora tai painotettu summa. Painotetun summan tapauksessa painot eivät yleensä ole subjektiivisia, vaan painotus tapahtuu mittayksikön valinnassa, kenties huomaamatta.

Klassinen esimerkki liittyy (ihmis)elämän arvoon, johon törmätään usein onnettomuuksien seurauksia arvioitaessa: Jos mittayksikkönä käytetään onnettomuudessa kuolleiden määrää, jokainen kuollut siirtää pistettä mitta-asteikolla yhtä paljon riippumatta esimerkiksi henkilön iästä. Jos mittayksikkönä käytetään menetettyjä elinvuosia, *'expected loss of life'* (odotetun eliniän ja kuoliniän erotus), nuoren henkilön kuolema siirtää pistettä mitta-asteikolla enemmän kuin iäkkäämmän henkilön. Vaikka

esimerkki on raadollinen, se havainnollistaa kuitenkin selkeästi mittayksikön valintaan sisältyvää arvovalintaa. Liikenneonnettomuuksien kohdalla relevantimmassa mittarivalinnassa kuolemaan johtavien ja henkilövahinko-onnettomuuksien välillä ei varsinaisesti ole kyse samanlaisesta arvovalinnasta, koska onnettomuustyyppit ovat myös ”teknisesti” erilaisia. Menetettyjen elinvuosien esimerkissä on kyse samasta määrästä perusyksiköitä (kuolleiden määrä), jonka eri yksiköitä voidaan arvostaa eri tavoin mittayksikön valinnasta riippuen. Esimerkki havainnollistaa myös informaation tarkkuuteen kohdistuvia vaatimuksia: menetettyjä elinvuosia ei edes voitaisi käyttää mittarina, jos kuolleiden ikäjakaumaa ei tunneta.

Yleistäen kyseessä on valinta siitä, lasketaanko vain yksilöiden määrää vai arvostetaanko joitain yksilöitä enemmän kuin toisia, jolloin lasketaan arvostusten summaa. Tilanteeseen saatetaan törmätä esimerkiksi luonnon monimuotoisuuden yhteydessä, jossa eri lajien yksilöitä voidaan pitää eriarvoisina (tällaisissa tapauksissa voidaan kenties tukeutua virallisiin luontoarvoihin, joita voidaan käyttää kannattavuuslaskelman yksikköarvojen tapaan).

Toinen tyyppiesimerkki mitta-asteikon piilevistä arvostuksista liittyy absoluuttiseen ja suhteelliseen muutokseen. Keeney käyttää monissa teksteissään esimerkkinä tapausta, jossa yhtenä mittarina käytettiin lohien nousua kutujokiin. Vaihtoehto A rajoitti 1000 lohien nousua ja vaihtoehto B rajoitti 10 000 lohien nousua. Lohien absoluuttista määrää tarkastelemalla vaihtoehto A vaikuttaa mielekkäämmältä, jos (hieman epämääräisesti kirjattuna) tavoitteena on minimoida lohien nousun häiriintyminen. Vaihtoehdot kuitenkin koskettivat eri jokia: vaihtoehdon A joen nykytilanne oli 2000 lohta ja vaihtoehdon B joen nykytilanne oli 100 000 lohta. Suhteellisesti tarkasteltuna vaihtoehto A rajoittaa 50 % kyseisen joen lohista ja vaihtoehto B rajoittaa vain 10 % kyseisen joen lohista. Jos mitta-asteikkona käytetään suhteellista osuutta, vaikuttaakin vaihtoehto B mielekkäämmältä. Tämän kaltainen mitta-asteikon valintaprobleema saattaa usein ratketa varsin itsestään selvästikin eikä sen merkitys jää kovin herkästi huomaamatta. Esimerkki osoittaa kuitenkin miten mitta-asteikon valinnalla voi olla suuri merkitys sekä analyysin tulosten viestintään että vaihtoehtojen väliseen järjestykseen kokonaisvaikuttavuutta laskettaessa.

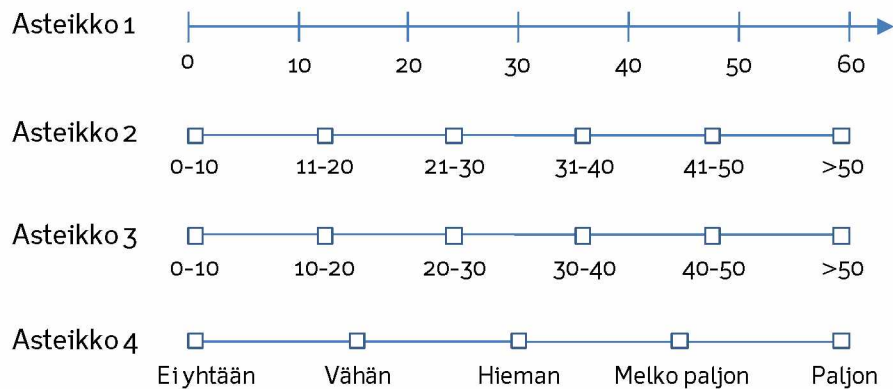
Liikenneväylähankkeiden kontekstissa edellä kuvattu esimerkki ei ole sellaisenaan kovin relevantti, koska hankearviointi rajautuu maantieteellisesti samalle alueelle. Näin ollen absoluuttisen tai suhteellista muutosta kuvaavan mitta-asteikon valinta ei todennäköisesti vaikuta yhtä radikaalisti, mutta tämäkin ilmiö on hyvä pitää mielessä. Esimerkiksi matka-ajan osalta voi olla kiinnostavampaa esittää yksittäisen matkan absoluuttinen tai suhteellinen muutos kuin koko laskenta-ajan yli summattu diskontattu aikakustannus. Suhteellisilla muutoksilla tai muilla ”johdannaisilla” voidaan pyrkiä avaamaan absoluuttisten mittaus/ennustearvojen merkitystä arviointikontekstissa. Toisaalta esimerkiksi matka-ajan summa huomioi liikennesuorituksen, ja sitä kautta yhteyden merkitystä, mitä yksittäiseen matkaan kohdistuva mittari ei huomioi.

2.2.3 Mittarin tarkkuustason valinta

Mittarin tarkkuustasosta nostetaan esiin kaksi teemaa: i) mittarin tekninen erottelukyky ja ii) analyysin käyttötarkoituksen kannalta relevantti tarkastelutarkkuus.

Teknisen erottelukyvyn osalta tukeudutaan jälleen Keeneyn teksteissä toistuvaan esimerkkiin, joka liittyy mittarin yksikäsitteisyyteen, tarkkuuteen ja ymmärrettävyyteen (luku 2.1.3). Esimerkki rakentuu neljän vaihtoehtoisen asteikon ympäri, jotka

kaikki kytkeytyvät samaan mittayksikköön (Kuva 3). Alkuperäisen esimerkin mittayksikkö on kuolonuhrien määrä ja mittaustuloksen tiedetään olevan 17 kuollutta.



Kuva 3. Erilaisia mitta-asteikoiden tarkkuustasoja (Keeney, 1992)

Asteikko 1 on tarkin, ja samalla täysin yksikäsitteinen ja ymmärrettävä. Jos ulkopuolinen näkee asteikolla 1 mittaustuloksen 17, hän osaa tulkita sen tarkalleen 17:ksi. Asteikon oikeassa reunassa on nuoli, mikä tarkoittaa asteikon jatkuvan yhtä erottelukykysisenä myös suurilla arvoilla. Jos mittaustulokseen 17 sisältyy epävarmuutta, se voidaan esittää asteikolla 1 vaihteluvälinä tai todennäköisyysjakaumana. Epävarmuus ei ole peruste muuttaa asteikkoa epämääräisemmäksi, vaan epävarmuus voidaan siis kuvata myös tällaista tarkkaa asteikkoa käytettäessä.

Asteikkoon 2 sisältyy jo jonkin verran epämääräisyyttä. Mittaustulos 17 on helppo sijoittaa asteikon pisteeseen 11–20. Mutta jos ulkopuolinen näkee asteikolla 2 tuloksen 11–20, hän ei voi tietää, että alkuperäinen tulos on 17. Arvostus- ja vertailumielessä tällä asteikolla ei saada eroa mittaustulosten 11 ja 20 välille. Myös korkeimman luokan määrittely on epämääräinen, koska siinä samaistetaan kaikki yli 50:n mittaustulokset. Epävarmuutta käytetään usein perusteena tällaisen harvemman asteikon valitsemiselle: ”En tiedä onko tulos tasan 17, joten käytän pyöristykseenä kokonaisia kymmeniä”. Vaihteluvälin ja odotusarvon esittäminen asteikolla 1 on kuitenkin yksikäsitteisyyden ja ymmärrettävyyden kannalta parempi ratkaisu.

Asteikko 3 on asteikon 2 kaltainen, mutta siinä on yksi epämääräisyyttä lisäävä ominaisuus: luokkien rajat menevät päällekkäin, joten esimerkiksi tulos 20 kuuluu sekä luokkaan 10–20 että 20–30. Asteikkoa 3 voidaan pitää suoranaisena (huolimattomuus)virheenä verrattuna asteikkoon 2, joskaan ei mitenkään harvinaisena.

Asteikko 4 on valitettavan tyypillinen esimerkki epätarkasta, epämääräisestä ja heikosti ymmärrettävästä mittarista. Sanallisten luokkien tulkinta on täysin riippuvainen tulkitsijasta, ja se riippuu niin henkilökohtaisista arvoista kuin kontekstin ja käsillä olevien suuruusluokkien tuntemuksista. Onko 17 tässä kontekstissa paljon vai vähän? Jos ulkopuolinen näkee tuloksen ”Hieman”, arveleeko hän sen olevan noin 17 vai jotain aivan muuta? Mittarien määrittelyssä tulisi aina pyrkiä tarkempaan erottelukykyyhin kuin adjektiiveilla eroteltuihin sanallisiin kuvauksiin. On myös syytä korostaa, että esimerkiksi kyselytutkimuksissa vastausvaihtoehto ”jokseenkin samaa mieltä” on huomattavasti toimivampi, ymmärrettävämpi ja relevantimpi vaihtoehto kuin objektiiviseksi tarkoitettun mittarin asteikon piste ”melko paljon”. Vaikutusmittaritan

kuvaavat nimenomaan objektiivisia vaikutuksia, kvantitatiivisia tai kvalitatiivisia, eivätkä mielipiteitä. Tästä syystä mitta-asteikoissa pitäisi pyrkiä mahdollisimman yksikäsitteisiin ja yhteisesti ymmärrettäviin määritelmiin, mikä tarkoittaa usein käytettävissä olevan määrällisen tiedon maksimaalista hyödyntämistä. Jos määrällinen tieto koetaan liian mustavalkoiseksi tai ei kyetä valitsemaan vain yhtä määrällistä mitta-asteikkoa, voidaan hyödyntää epälineaarisia arvostuksia tai rakentaa mittari useampia tietoja yhdistämällä (luku 2.2.4).

Analyysin kannalta relevantin tarkkuustason valinnassa voidaan käyttää nyrkkisääntönä, että mittarin tulisi pystyä erottamaan vertailtavat vaihtoehdot toisistaan. Mittariston (tavoitteiston) oleellisuus- ja tiiviystoiveiden valossa on turha kuljettaa mukana ylimääräisiä mittareita. Jos vaihtoehtojen välille ei näytä syntyvän eroa, voidaan joko tarkentaa mittarin ”resoluutiota” tai jättää se pois käsittelystä toteamalla, että oleellisia eroja ei ole. Mikä on ”oleellinen” ero riippuu päätöskontekstista, joten mittarien tarkkuustasot ja vaihteluvälit on valittava tapauskohtaisesti. Lisäksi hankearviointikonteksti pakottaa arvioimaan ja esittämään tiettyjä vaikutuksia, vaikka ne eivät olisikaan päätöksenteon kannalta oleellisia ja vaihtoehtoja erottelevia.

2.2.4 Laadulliset ja rakennetut mittarit

Termi *laadullinen* liitetään yleisesti mittareihin, joiden mitta-asteikko on jollain tavalla sanalliseen kuvailuun perustuva. *Määrällinen* mitta-asteikko on puolestaan numeerinen. Usein laadullista asteikkoa joudutaan käyttämään, koska sopivaa määrällistä asteikkoa ei ole. Toisaalta termillä laadullinen viitataan usein myös laajemmin eitaloudellisiin tai muutoin ”pehmeäpiin” mittareihin. Tällaistenkin mittarien rakentamisessa voi kuitenkin olla mahdollista hyödyntää määrällisiä tietoja, joten laadullisten tekijöiden mittaaminen ei automaattisesti tarkoita sanallista asteikkoa.

Rakennetussa mittarissa (vrt. mittarityypit, luku 2.1.3) mitta-asteikko on luotu hyödyntäen sanallisia ilmaisuja, kuvia, karttoja ja/tai useampia määrällisiä tietoja; erotuksena *luonnollisesta* mittarista, jonka mitta-asteikko on suoraan yksittäinen luonnollinen mitattava suure. Väylähankkeidenkin arvioinneissa on esiintynyt monia rakennettuja mittareita, joiden mitta-asteikoissa on hyödynnetty pääosin pelkästään sanallisia kuvauksia. Etenkin ympäristöön liittyvät mittarit (esimerkiksi luonnon monimuotoisuus, maisema, rakennettu ympäristö) ja periaatteessa myös erilaiset välillisiä vaikutuksia kuvaavat mittarit (esimerkiksi alueiden kehittyminen tai yhdyskuntarakenteen eheyttäminen) edellyttävät mittarin rakentamista.

Laadullisten ja rakennettujen mittareiden toimivuutta voidaan kehittää kiinnittämällä tarkempaa huomiota niiden mitta- ja arvoasteikoihin (vrt. määrällisten ja laadullisten mittarien analogia luvussa 2.2.1). Seuraavassa nostetaan esiin kaksi teemaa, jotka toistuvat usein laadullisissa mittareissa erilaisissa sovelluksissa: *arvoasteikon tasavälisyys* ja *monen ominaisuuden yhdistäminen mitta-asteikossa*. Teemojen avaaminen toimii yleisohjeistuksena toimivampien mittarien rakentamiseksi.

Arvoasteikon tasavälisyys on erittäin tyypillinen ilmiö, kun sanallisiin arvioihin liitetään pisteluvut. Sanalliset arviot muodostavat yleensä luokituksen, jonka luokat poikkeavat toisistaan joskus vain kuvailevan adjektiivin verran ja joskus monipuolisempaa tekstikuvauksena arvioitavista ominaisuuksista. Tällainen luokitus synnyttää diskreetin mitta-asteikon (Kuva 2 oikea puoli). Arvoasteikoksi valitaan usein tasavälinen asteikko, joka voi olla esimerkiksi $0/0.2/0.4/0.6/0.8/1$ tai $-2/-1/0/+1/+2$ tai $1/2/3/4/5$. Varmaa tutkittua tietoa asiasta ei ole, mutta vaikuttaa siltä, että usein tasavälinen

asteikko valitaan automaattisesti ajattelematta onko mitta-asteikon luokkien välinen arvostus suhteessa toisiinsa tasavälistä.

Asialla ei ole kovin suurta merkitystä, jos ”pisteytyksen” tarkoituksena on ainoastaan koodata luokkien kuvaukset numeroiksi, eli toimia eräänlaisena kielen käännöksenä. Jos arvoasteikon lukuarvoja (vaikutusakseli) on tarkoitus käyttää myös vaihtoehtojen vertailuun, ja etenkin, jos vaikutusakseleita on tarkoitus laskea yhteen ja/tai painottaa, on arvostuksen huomioiminen varsin keskeistä. Vertailussa ja yhdistämisessä käytetään vain arvoasteikon lukuja, eli taustalla oleva luokan kuvaus ei enää näy. Näin ollen esimerkiksi asteikolla 0/0.2/0.4/0.6/0.8/1 toisen ja neljännen luokan välinen erotus $0.6-0.2=0.4$ on vertailussa samanarvoinen kuin kolmannen ja viidennen välinen erotus $0.8-0.4=0.4$, vaikka sanallisen kuvauksen perusteella hyppy kolmannelta viidennelle luokkaan olisi ”kymmenen kertaa merkittävämpää” kuin toisesta neljännestä. Jos luokkien välistä arvostusta todella pidetään tasavälisenä, on tasavälinen arvoasteikko luonnollisesti validi.

Arvostuksen huomioimiseen on kaksi vaihtoehtoa, varsin suoraviivaista lähestymistapaa: i) laaditaan ensin luokkien kuvaukset ja liitetään niihin sitten vapaasti arvoasteikko siten, että numeeristen arvojen erot kuvaavat arvostuksia halutulla tavalla, ei välttämättä tasavälisesti tai ii) kiinnitetään ensin tasavälinen arvoasteikko ja laaditaan luokkien kuvaukset siten, että niiden väliset arvostuserot ovat tasavälisiä.

Seuraava esimerkki on poimittu eräästä suomalaisesta tiehankkeen arvioinnista. Esimerkki voidaan nähdä laajempänä yleistymisenä sanallisista kuvauksista ja arvoasteikoista, vaikka se käsittelee varsin pelkistettyä asteikkoa. Esimerkin taustasetelma on sellainen, että varsinaisen vaikutusakselina raportoidun mittarin kokonaisarvo muodostuu useamman (tässä yksittäisenä käsiteltävän) osamittarin arvojen summana. Lukuarvoja siis käytetään laskentaan, ei ainoastaan kielenkäännöksenä.

Esimerkin taustalla oleva mittari on jo sellaisenaan varsin hyvä edistysaskel rakennettavien mittarien kehityksessä, koska se koostuu läpinäkyvästi useammasta erikseen arvioidusta osatekijästä ja vie siten arviointia systemaattisempaan suuntaan verrattuna pelkkään sanalliseen kuvaukseen (mittarit kohdistuvat mm. maankäyttöön ja kaupunkikuvaan, jotka ovat usein jääneet sanallisen kuvailun varaan). Osamittarien asteikot tarjoavat kuitenkin hyvän esimerkkialustan arvostusten käsittelyyn.

Taulukko 2: Arvoasteikon tasavälisyys -esimerkin alkuperäinen asteikko ja normeeraus.

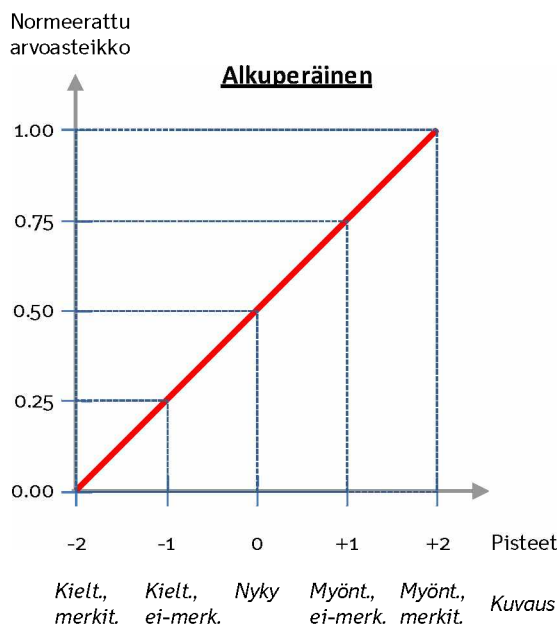
Pisteet	Kuvaus	Normeeraus 0-1
+2	Merkittäväällä tavalla myönteinen	1
+1	Myönteinen, mutta ei merkittävä hankkeen kokoon suhteutettuna	0.75
0	Ei selkeää muutosta tai eroa	0.5
-1	Kielteinen, mutta ei merkittävä hankkeen kokoon suhteutettuna	0.25
-2	Merkittäväällä tavalla kielteinen	0

Esimerkissä keskitytään luokkien välisten piste-erojen suuruuteen, ei luokkien kuvauksissa käytettyjen tekstien pohtimiseen. Asiantuntija-arvioinnin tehtävänä on sijoittaa arvioitavat vaihtoehdot mitta-asteikolle, eli kuvauksen mukaisesti luokkiin. Kuvauksiin on alun perin liitetty pisteet väliltä -2...+2, jotka voidaan myös muuntaa lineaari-

risesti välille 0-1 (Taulukko 2). Tässä alkuperäisessä tasavälisessä arvostuksessa arvojen *erotus* on jokaisen luokan välillä yhtä suuri.

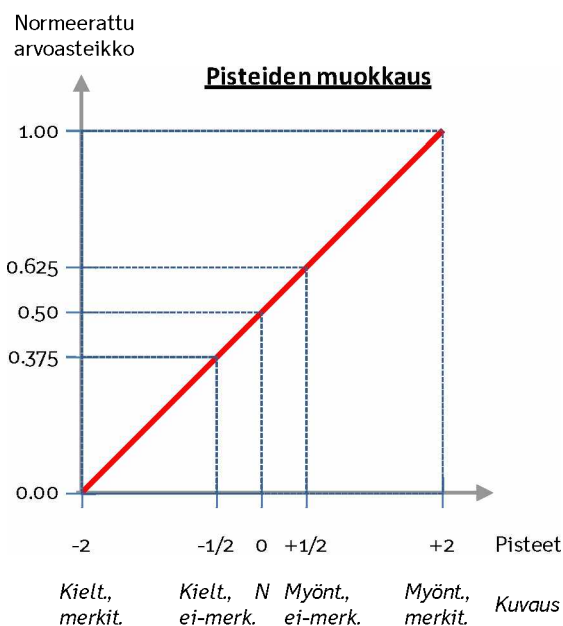
Tällä asteikolla ”myönteisen, mutta *ei merkittävän*” vaikutuksen saavuttaminen on yhtä arvokasta kuin vaikutuksen parantuminen kuvauksesta ”myönteinen, mutta *ei merkittävä*” tasolle ”*merkittävällä tavalla* myönteinen”. Vastaavasti kahden luokan ylittävät erot ”kielteinen, mutta *ei merkittävä*” – ”myönteinen, mutta *ei merkittävä*” ja ”ei muutosta” – ”*merkittävällä tavalla* myönteinen” ovat samanarvoisia. Tilannetta voidaan tulkita niin, että merkityksettömillä muutoksilla joissain osa-alueissa voidaan kompensoida merkittäviä muutoksia toisissa osa-alueissa (kokonaismittarissa laskeaan yhteen useita tällaisia osamittareita), mikä ei välttämättä ole ollut tarkoituksena mittaria rakennettaessa ja/tai se ei kuvaa preferenssejä halutulla tavalla.

Luokkien välisiä arvostuseroja voidaan muokata ainakin kahdella analogisella tavalla: joko i) asettamalla luokkien pisteet epätasavälisesti tai ii) tulkitsemalla ”pisteet” vain kielimuunnokseksi sanallisesta kuvauksesta pistekoodiksi. Alkuperäisessä tilanteessa (Kuva 4, Taulukko 2) pisteet asettuvat tasavälein ja normeeraus välille 0–1 kuvataan lineaarisella arvofunktiolla.



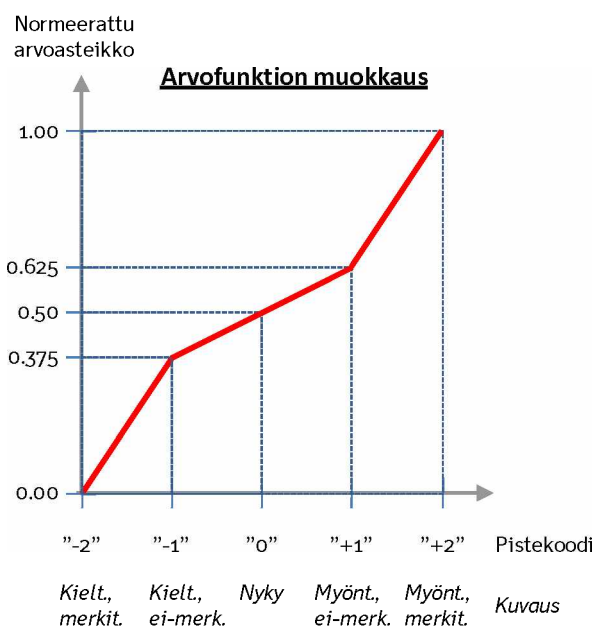
Kuva 4. Tasavälisyys-esimerkin alkuperäiset asteikot.

Pisteitä muokattaessa muutetaan periaatteessa mitta-asteikkoa, eli luokkien välisiä etäisyyksiä vaaka-akselilla. Näin arvofunktio voidaan edelleen pitää lineaarisena (Kuva 5) kuten alkuperäisessäkin tilanteessa. Esimerkki on tässä keksitysti asetettu siten, että ”ei merkittävän” muutoksen ero nykytilanteeseen on $\frac{1}{2}$ pisteen arvoinen ja ”merkittävän” muutoksen ero on 2 pisteen arvoinen. Toisin ilmaisten merkittävä muutos on neljä kertaa arvokkaampi kuin ei-merkittävä muutos, joten yhden merkittävän muutoksen kompensoimiseksi tarvitaan neljä ei-merkittävää muutosta. Tällainen suuruusluokkaero vaikuttaa varsin yleiskäyttöiseltä, koska luokkien kuvaukset on usein laadittu sellaisiksi, että asteikon keskivaiheilla kuvataan pienempiä muutoksia ja ääripäät kuvaavat huomattavasti radikaalimpia hyppäyksiä. Kuvauksiin sisältyvä hyppäys saadaan välittymään myös arvostuksiin, ja siten arvostuksilla tehtäviin jatkoanalyyseihin, muuttamalla arvoasteikko tarvittaessa epätasaväliseksi.



Kuva 5. Pisteet muutettu epätasavälisiksi.

Vastaava muutos voidaan tehdä myös arvofunktion avulla, joskin pisteytyksen muuttaminen edellä kuvatulla tavalla voi olla intuitiivisesti helpommin sisäistettävissä. Toisaalta arvofunktion esittäminen korostaa kulmakertoimen muuttumista luokasta toiseen siirryttäessä. Esimerkissä (Kuva 6) mitta-asteikko pidetään tasavälisenä; se koostuu oleellisesti vain sanallisista kuvauksista, jotka on tässä koodattu esitysteknisen vertailukelpoisuuden vuoksi ”+1” -tyyppisiksi pistekoodiksi. Epälineaarinen arvofunktio (Kuva 6) välittää tässä esimerkissä täysin saman informaation ja arvostukset kuin pisteiden muokkaaminen (Kuva 5), eli ei-merkittävien ja merkittävien muutosten suhteet ovat samat. On pitkälti makuasia, kummalla tavalla epätasavälisyys toteutetaan, jos se ylipäätään nähdään tilanteessa tarpeelliseksi.



Kuva 6. Arvofunktio muutettu epälineaariseksi.

Samat periaatteet yleistyvät kaikenlaisille sanallisen mitta-asteikon sisältäville mittareille. Esimerkin viestinä ei siis ole pohtia termien ei-merkittävä ja merkittävä välistä numeerista suhdetta sinänsä vaan korostaa, että arvoasteikoiden ei tarvitse välttämättä olla tasavälisiä. Esimerkiksi tiehankkeiden vaikuttavuusmittareissa usein käytetty asteikko 0/0.2/0.4/0.6/0.8/1 voisi hyvin olla vaikkapa 0/0.2/0.4/0.5/0.6/1 tai muu luokkien välisiä arvostuseroja tarkoituksenmukaisesti kuvaava muoto.

Monen ominaisuuden yhdistäminen mitta-asteikoissa on toinen rakennettavista mittareista esiin nostettava teema. Tasavälisyys-esimerkinkin taustalla oleva kokonaismittari oli siis yhdistelmä (summa) useamman osamittarin pisteistä. Jos yhdistely tapahtuu osa-alueiden arvottamisen (pisteyttämisen) jälkeen, on hyvä muistaa, että suora summa ei ole ainoa mahdollinen yhdistämismuoto. Osa-alueita voidaan painottaa joko painokertoimilla tai määrittelemällä eri osa-alueille erilaiset maksimipisteet. Kahden tai useamman tekijän yhteisvaikutusten arvostusta voidaan korostaa käsittelemällä suoraan myös niiden ristivaikutuksia, esimerkiksi pisteyttämällä soluja taulukossa, jonka riveinä on ensimmäisen tekijän mahdollisia tiloja ja sarakkeina toisen tekijän tiloja. Jos tekijöiden yhteisvaikutuksessa nähdään selkeää kerrannaisuutta verrattuna riippumattomina arvioitujen tekijöiden summaan, voidaan tätä arviointitekniikkaa hyödyntää mittarin rakentamisessa.

Monia ominaisuuksia yhdistäviä mitta-asteikoita esiintyy erittäin usein myös sanallisten kuvausten yhteydessä. Laadullista sanallista kuvausta laadittaessa tämä ilmiö saattaa jäädä vähälle huomiolle eikä ominaisuuksien yhdistämisen logiikkaa välttämättä ajatella sanamuotoja valittaessa. Seuraava esimerkki on poimittu Liikenneviraston raportista, ja se edustaa varsin tarkasti ja ansiokkaasti laadittua kuvausta hyvin tyypillisestä asetelmasta (Kuva 7).

Esimerkki mittarista, jolla arvioidaan luonnon monimuotoisuutta:	
Pisteytys	Kuvaus
0	Hanke ei vaikuta luonnon monimuotoisuuteen.
0,2	Tielinjaus noudattelee pääasiassa olemassa olevaa maastokäytävää. Suunnittelualueella ja linjauksen tuntumassa on vain vähän arvokkaita elinympäristöjä. Estevaikutus ja hankkeen vaikutus alueen eheyteen on vähäinen. Alueella ei ole ollenkaan tai vain muutama uhanalainen laji.
0,4	Alle puolet tiestä kulkee neitseellisessä maastossa ja pääasiassa alueilla, joiden merkitys luonnon monimuotoisuuden kannalta on vähäinen. Linjauksen tuntumassa on jonkin verran arvokkaita elinympäristöjä, mutta sen vaikutus eliöstöön on pieni. Linjauksen alle ei jää merkittäviä alueita. Alueella elää muutamia uhanalaisia lajeja, mutta hanke ei vaikuta niiden esiintymiseen.
0,6	Yli puolet tiestä kulkee neitseellisessä maastossa. Tielinjauksen tuntumassa on arvokkaita elinympäristöjä ja suojelualueita. Tien alle jää ainakin yksi merkittävä elinympäristö. Linjaus pirstoo jonkun verran tärkeitä elinalueita ja sen estevaikutus on suuri. Alueella elää muutamia uhanalaisia lajeja, joista osa saattaa hävitä alueelta.
0,8	Valtaosa tiestä kulkee neitseellisessä maastossa. Tielinjauksen tuntumassa on arvokkaita elinympäristöjä ja suojelualueita. Tielinjauksen alle jää merkittäviä elinympäristöjä. Linjaus pirstoo tärkeitä elinalueita ja sen estevaikutus on suuri. Alueella elää paljon uhanalaisia lajeja, joista osa häviää alueelta.
1,0	Tielinjaus kulkee täysin neitseellisessä maastossa. Tielinjauksen tuntumassa on runsaasti arvokkaita elinympäristöjä ja suojelualueita. Tielinjauksen alle jää arvokkaita elinympäristöjä. Linjaus pirstoo useita tärkeitä elinalueita ja sen estevaikutus on suuri. Alueella elää runsaasti uhanalaisia lajeja, joista osa häviää alueelta.

Kuva 7. Esimerkki useita ominaisuuksia yhdistävästä sanallisesta asteikosta. Kuvakaappaus pdf-raportista (Liikennevirasto, 2010).

Tekstikuvauksen lauseet voidaan purkaa taulukoksi (Taulukko 3), jolloin luokkien väliset erot korostuvat ja niiden vertailu selkeytyy. Taulukointi nostaa esiin mielenkiintoisia havaintoja, kysymyksiä ja mahdollisuuksia: onko eri ominaisuuksien yhdistämislogiikkana JA vai TAI, eli pitääkö pisteytysluokan kaikkien ominaisuuskuvausten toteutua samanaikaisesti? Mitä jos jokin arvioitava hankevaihtoehto on tietyn ominaisuuden suhteen luokan "0.2" mukainen ja toisen ominaisuuden suhteen luokan "0.8" mukainen? Jotkut ominaisuuskuvaukset vaihtuvat jokaisen pisteytysluokan välillä, joissain sama kuvaus pätee useamman luokan kohdalla. Kyseisen esimerkin sanallinen kuvaus on varsin tarkka ja systemaattinen, joten se mahdollistaa taulukkomuotoisen läpivalaisun. Aina näin ei ole, vaan luokkien kuvauksissa saattaa esiintyä eri ominaisuuksia, vaihtelevaa terminologiaa tai muuta tarpeetonta epämääräisyyttä. Silti tämäkin kuvaus jättää paljon avoimia kysymyksiä, jotka vaikuttavat sekä arviointiin (vaihtoehtojen sijoittaminen luokkiin) että luokkiin liitettyjen arvostusten hyödyntämiseen ja tulkintaan. Kysymyksiin ei ole helppoja yksikäsitteisiä vastuksia, mutta jo niiden tunnistaminen voi auttaa mittarien kehittämisessä ja räätälöimisessä kulloiseenkin arviointikontekstiin.

Taulukko 3. Useita ominaisuuksia sisältävä sanallinen asteikko (Kuva 7) purettuna taulukoksi.

	Pisteytysluokka					
Arvioitava ominaisuus (tekstissä)	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1
Tielinjauksesta kulkee neitseellisessä maastossa	-	ei juuri-kaan	alle puolet	yli puolet	valtaosa	täysin
Suunnittelualueella ja linjauksen tuntumassa on arvokkaita elinympäristöjä	-	vain vähän	jonkin verran	on	on	runsaasti
Suunnittelualueella ja linjauksen tuntumassa on suojelualueita		ei	ei	on	on	on
Tielinjauksen alle jää elinalueita		ei	ei merkittäviä	ainakin yksi merkittävä	merkittäviä	arvokkaita
Vaikutus tärkeiden elinalueiden pirstoutumiseen	-	vähäinen	pieni	pirstoo jonkun verran	pirstoo	pirstoo useita
Tien estevaikutus on	-	vähäinen	pieni	suuri	suuri	suuri
Alueella elää uhanalaisia lajeja	-	ei ollenkaan tai vain muutama	muutamia	muutamia	paljon	runsaasti
Uhanalaisista lajeista häviää alueelta	-		ei vaikutta	osa saat-taa	osa	osa

Taulukkoesitys korostaa mahdollisuutta määrällisen ja laadullisen tiedon yhdistämiseen. Esimerkiksi tielinjauksen osuus neitseellisessä maastossa voitaisiin esittää prosenttiosuuksina ja/tai kilometreinä, mikä vähentäisi sanoihin sisältyvää tulkinnanvaraisuutta ja epämääräisyyttä. Myös arvokkaiden elinympäristöjen ja suojelualueiden sekä uhanalaisten lajien osalta voitaisiin varmastikin esittää määrällisiä tietoja. Arvioinnin epävarmuutta voidaan kuvata numeerisilla vaihteluväleillä (vrt. mittarin tarkkuustason valinta, luku 2.2.3). Mittarin yksikäsitteisyyden, tarkkuuden ja ymmärrettävyyden näkökulmasta kannattaisi käyttää numeroita sanojen sijaan aina kun se on tarkoituksenmukaisesti mahdollista.

Osaominaisuuksien arvostusten käsittelyyn ja yhdistämiseen pätevät periaatteet ovat samoja riippumatta siitä onko ominaisuudet kuvattu laadullisesti vai määrällisesti. Systemaattinen tapa on liittää jokaiseen ominaisuuteen oma arvostuksesta (pisteyttää taulukon jokainen rivi erikseen) ja muodostaa mittarin kokonaisarvo osien arvostusten (painotettuna) summana. Monissa tilanteissa tällainen yhden mittarin sisäinen prosessi voi kuitenkin tuntua tarpeettoman raskaalta lillukan varsiin tarttumiselta. Yhdistämisen logiikka voidaan kuvata myös muulla tavalla, mutta olisi tärkeää kuvata

se selkeästi ja läpinäkyvästi. Muuten ilmaan saattaa jäädä liian paljon avoimia kysymyksiä, ja näin syntyvät epämääräiset mittarit eivät palvele päätöksentekoa.

2.3 Yhteenveto mittarien rakentamisesta

Luvuissa 2.1 ja 2.2 on kuvattu teoreettisesti oikeaoppisia periaatteita ja esimerkkejä, joita ei aina voida, eikä ole tarkoituksenmukaista, kaikin osin soveltaa sellaisenaan liikennehankkeiden mittareita rakennettaessa. Mittareiden rakentamiseen käytettävissä olevat resurssit ja lähtötiedot sekä mittarien käyttötarkoitus ja rooli hankearvioinnissa määrittävät kuinka yksityiskohtaisia ja tarkkoja mittareita on tarkoituksenmukaista rakentaa. Seuraavaan listaan on koottu käytännöllinen yhteenveto edellä esitetyistä periaatteista, joita tulisi pyrkiä noudattamaan mittareita mietittäessä.

1. Käytä mitta-asteikoissa määrällisiä tietoja aina kun se on mahdollista.
2. Pyri pilkkomaan mitattava asia täsmällisiin osatekijöihin.
3. Mieti onko asteikko ulkopuoliselle yksikäsitteinen (esim. adjektiivit).
4. Arviointitiedon epävarmuus ei ole peruste epätasaiselle mitta-asteikolle.
5. Tarkkuustason valinta: hae vaihtoehtojen välille eroa (merkittävä ero?).
6. Arvoasteikon numerot kuvaavat arvostuksia, erotukset ovat ratkaisevia.
7. Testaa rakentuvaa asteikkoa: ovatko yhtä suuret erotukset samanarvoisia?
8. Arvoasteikon ei tarvitse olla tasavälinen – mieti pistemäärien erotuksia.
9. Jos mittari koostuu useasta osatekijästä, mieti ja kuvaa yhdistelyn logiikka.
10. Yhdistely voi olla (painotettu) summa tai muu säännöstö – läpinäkyvyys.

Periaatteita kuvataan tiivistetysti myös mittarikortissa ”*Koostettavat mittarit (constructed scales), yleisohje*” liitteessä 2.

Mittarien pyrkimyksenä on lisätä arvioinnin täsmällisyyttä. Monitulkintaisten tekstikuvausten ”päälle liimatut” (tasaväliset) pisteytykset eivät yleensä ole kovin hyödyllisiä – eivät suunnittelun tukena, valintojen perusteluina eivätkä viestinnällisesti. Mittarien huolellinen rakentaminen ja vaihtoehtojen suunnitteluarvojen määrittäminen puolestaan ohjaavat suunnittelua, arviointia ja viestintää pohtimaan tarkemmin mikä mitattavassa asiassa on oleellista ja miten vaihtoehtojen väliset merkitykselliset erot voidaan esittää ymmärrettävästi myös ulkopuolisille. Sanallisia luonnehdintoja voidaan tuki käyttää täydentämään ja tulkitsemaan määrällisiä tietoja, etenkin jos määrällinen mitta-asteikko koostuu useasta osatekijästä tai tuottaa mittayksiköittömän indeksin. Ja kääntäen: määrällinen tieto toimii sanallisen tulkinnan läpinäkyvänä perusteluna.

3 Vaikuttavuuden arviointi vaikutusakseleilla

3.1 Yleiset periaatteet

Lukujen 3.1 -3.5 tekstit ovat yhteneväiset tie- ja ratahankkeiden uusien arviointiohjeiden vaikuttavuuden arvioinnin kuvauksen kanssa. Tässä raportissa kuvauksen tehtävänä on esittää vaikutusakselin määritelmä, joka toimii kontekstina edempänä esiteltäville mittareille. Tästä eteenpäin raportissa fokusoidutaan yleisemmästä monikriteerisen päätösanalyysin teoriasta liikenneväylähankkeiden arvioinnissa käytettävään vaikuttavuuden arvioinnin menettelyyn.

Hankearvioinnissa vaikuttavuuden arviointi tehdään vaikutusten kuvauksessa valituille vaikutuksille määritellyin mittarein. Vaikuttavuuden arviointi antaa kannattavuuslaskelmaa laajemman kuvan hankkeen vaikutuksista. Samalla se on osin päällekkäinen kannattavuuslaskelman kanssa. Vaikuttavuuden arvioinnin vaiheet ovat vaikutusakselien määrittäminen, vaikuttavuuden laskenta ja tulosten esittäminen.

3.2 Vaikutusakselien määrittäminen

Vaikuttavuuden arvioinnissa jokaiselle vaikutukselle määritetään vaikutusakseli (Kuva 8), jossa vaikutuksesta on vähintään seuraavat pisteet (arvot ovat ennustetilanteen arvoja):

- huonoin mahdollinen arvo tässä hankkeessa,
- arvo hankkeen vertailuvaihtoehdossa,
- arvo tarkasteltavassa vaihtoehdossa,
- paras mahdollinen arvo tässä hankkeessa.

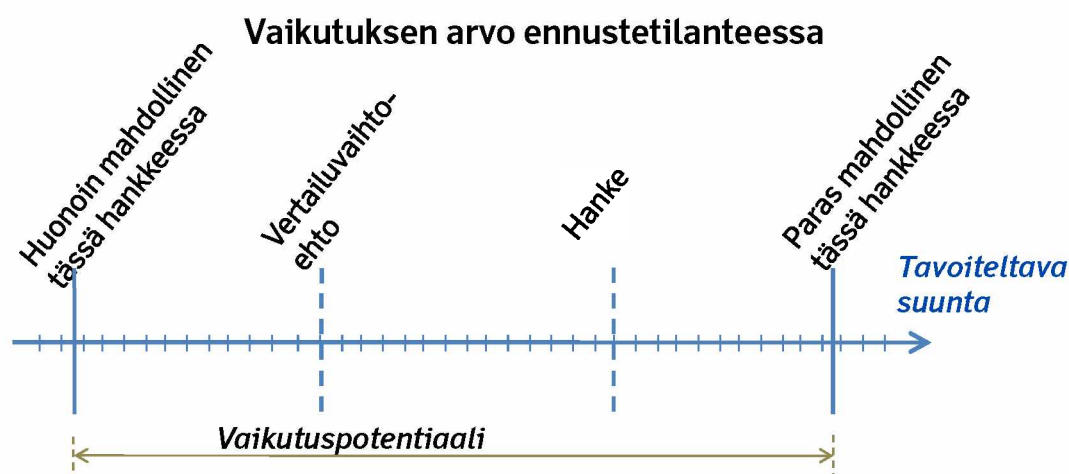
Akselille voidaan sijoittaa nykytilan arvo nykyhetkellä ja mahdollinen suunnittelutavoite, jolla tarkoitetaan suunnittelussa tavoitteeksi asetettua arvoa. Nämä arvot tuovat päätelmissä käyttökelpoista lisätietoa, mutta niitä ei varsinaisesti käytetä vaikuttavuuden laskennassa (ellei mahdollinen suunnittelutavoite ole samalla akselin paras arvo).

Vaikutusakselin huonoin ja paras arvo määritetään seuraavasti:

- **Huonoin arvo** saavutetaan, kun hankkeessa tehdään niin vähän kuin mahdollista tämän vaikutuksen hyväksi. Vaikutuksen huonoin arvo voi olla jonkin tutkitun vaihtoehdon suunnitteluarvo. Määritys voidaan tehdä myös asiantuntija-arviona siitä, kuinka huonon arvon vaikutus voisi huonoimmassa tapauksessa saada. Huonoimman tapauksen tulee kuitenkin olla realistinen.
- **Paras arvo** saavutetaan, kun hankkeessa tehdään niin paljon kuin mahdollista tämän vaikutuksen hyväksi. Vaikutuksen paras arvo voi olla jonkin tutkitun vaihtoehdon suunnitteluarvo. Määritys voidaan tehdä myös asiantuntija-arviona siitä, kuinka hyvän arvon vaikutus voisi parhaimmassa tapauksessa saada. Parhaimman tapauksen tulee kuitenkin olla realistinen.

Huonoimman ja parhaan arvon välisen eron tulee kuvastaa hankkeen vaikutuspotentiaalia realistiset resurssirajoitteet, hyväksyttävyyssvaatimukset ja muut reunaehdot huomioiden. Huonoimman ja parhaan arvon määrittämiseen tulee panostaa, jotta vaikuttavuuden arvioinnin tulokset saadaan mahdollisimman informatiivisiksi. Huonoin arvo löydetään yleensä tilanteesta, jossa kyseisen vaikutuksen parantamiseksi ei tehdä mitään (nollavaihtoehto) tai suunnitteluvaihtoehdosta, jossa tehdään kyseisen vaikutuksen suhteen negatiivisia toimenpiteitä jonkin toisen vaikutuksen parantamiseksi. Parhaan arvon määrittämisessä voidaan ajatella tilannetta, jossa hanke suunniteltaisiin reunaehtojensa puitteissa vain kyseistä vaikutusta silmällä pitäen, kuitenkin siten, että suunnitelma on kaikkien vaikutusten suhteen lakien ja normien mukaisesti hyväksyttävällä tasolla. Poikkeuksellisia ääritapauksia (esimerkiksi epärealistisen mittava suunnitelma tai nopeusrajoitusten pudottaminen nykyisistä) ei tarkastella vaikutuspotentiaalia määritettäessä. Suunnittelussa mahdollisesti asetettu tavoite tulee kuitenkin huomioida parhaan arvon määrittämisessä, vaikka mikään suunnitteluvaihtoista ei siihen yltäisi.

Vaikutuksesta riippuen tavoiteltava suunta on vaikutuksen minimointi (kuten matka-aika) tai maksimointi (kuten joukkoliikenteen kulutapa-osuus). Vaikutusakseli etenee aina tavoiteltavaan suuntaan: Minimoitavassa vaikutuksessa huonoin arvo on vaikutuksen suurin mahdollinen arvo, ja maksimoitavassa vaikutuksessa huonoin arvo on vastaavasti pienin mahdollinen arvo. Huonoimman ja parhaan arvon välinen erotus, eli koko vaikutusakselin pituus osoittaa hankkeen vaikutuspotentiaalin.



Kuva 8. Vaikutusakseli.

3.4 Vaikuttavuuden laskenta

Kunkin vaikutuksen ja vaihtoehdon osalta vaikuttavuus määritetään seuraavasti:

$$V_i(ve) = \frac{v_i(ve) - v_i(huonoin)}{v_i(paras) - v_i(huonoin)},$$

jossa

$V_i(ve)$ on vaikutuksen i vaikuttavuus vaihtoehdossa ve ,
 $v_i(ve)$ on tarkasteltava vaikutuksen i arvo vaihtoehdossa ve ,
 $v_i(huonoin)$ on vaikutuksen i huonoin arvo,
 $v_i(paras)$ on vaikutuksen i paras arvo.

Vaikuttavuus asettuu kussakin vaikutuksessa välille 0–100 % (Esimerkki 1). Vaikuttavuuden arvo 0 % kuvaa huonointa tämän hankkeen suunnitelmissa tai mahdollisissa ratkaisuisissa esiintynyttä tilannetta, ja vaikuttavuuden arvo 100 % vastaavasti parasta tässä hankkeessa mahdollista tilannetta. Hanke- ja vertailuvaihtoehtojen vaikuttavuuksien erotus kertoo siitä, missä vaikutuksissa hankevaihtoehto on vertailuvaihtoehtoa parempi tai huonompi.

3.5 Vaikuttavuuden havainnollistaminen

Vaikuttavuuden arvioinnin tulos havainnollistetaan pylväskuvin, joissa erotellaan kannattavuuslaskelmassa mukana olevat vaikutukset ja laskelman ulkopuoliset vaikutukset (Esimerkki 2). Pylväiden pituudet kuvaavat vaihtoehtojen vaikuttavuutta edellä esitetyn määritelmän mukaisesti. Kuvissa tulee esittää vaikutusmittarien absoluuttiset arvot ja mittayksiköt, ei pelkkiä vaikuttavuusprosentteja.

Kuvioista havaitsee vaihtoehtojen vaikutusprofiilit, hankevaihtoehtojen erot suhteessa vertailuvaihtoehtoon sekä sen, miltä osin kannattavuuslaskelma kattaa tämän hankkeen päätöksenteossa merkitykselliset vaikutukset. Korkeat vaikuttavuudet kertovat siitä, mihin vaikutuksiin hankkeen suunnittelussa on erityisesti panostettu. Käytännössä väyläinvestoinnissa on aina jossain määrin keskenään ristiriitaisia tavoitteita, jolloin hanke ei voi saada 100 % vaikuttavuutta kaikkien vaikutusten suhteen.

Eri vaikutuksille määritellyt vaikuttavuudet eivät ole sellaisenaan yhteenlaskettavia. Vaikuttavuuden arvioinnin tuloksista ei suoraan voi päätellä hankkeen kokonaisvaikuttavuutta eikä paremmuutta tai huonoutta vertailuvaihtoehtoon nähden. Koska vaikuttavuusprosentti kuvaa vaikutuspotentiaalin täyttymistä, se ei sellaisenaan kerro onko koko vaikutuspotentiaali kyseisessä hankkeessa merkittävä tai miten eri vaikutusten potentiaalien merkitykset suhtautuvat toisiinsa. Tästä syystä on keskeistä, että myös yhteenvetokuviossa esitetään vaikutusmittarien absoluuttiset arvot mittayksiköineen, jotta tuloksen tulkitsija voi tehdä oikein informoituja päätelmiä eri vaikutusten suuruuden merkityksestä.

Esimerkki 1. Erään tiehankkeen vaikutusakselien ja vaikuttavuuden määrittäminen.

Vaikuttavuuden mittarit	Suunta	Vaikutusakseli					Vaikuttavuus		
		Huonoin	Ve 0+	Ve 1	Ve 2b	Paras	Ve 0+	Ve 1	Ve 2b
Kannattavuuslaskelmaan sisältyvät vaikutukset									
Läpikulkuliikenteen matka-aika ruuhkassa, min	MIN	15	15	9	9	9	0 %	100 %	100 %
Klaaukalasta alkavan liikenteen matka-aika keskimäärin, min	MIN	18	18	12	12	12	0 %	100 %	100 %
Henkilöautoliikenteen keskinopeus koko verkolla, km/h	MAX	73,5	73,5	81,3	80,9	81,3	0 %	100 %	95 %
Nopein matka-aika linja-autolla reitillä X - Y, min	MIN	46	46	41	41	41	0 %	100 %	100 %
Henkilövahinko-onnettomuudet, kpl/v	MIN	22,5	22,5	19,4	19,6	19,4	0 %	100 %	94 %
Melulle altistuvien asukkaiden määrä	MIN	619	619	305	318	305	0 %	100 %	96 %
Polttoaineenkulutus tarkastelualueella, milj. litraa/v	MIN	30,79	30,79	30,3	30,3	30,32	0 %	98 %	100 %
Kannattavuuslaskelmaa täydentävät vaikutukset									
Luonnon monimuotoisuuden heikkeneminen, indeksi	MIN	0,997	0,000	0,997	0,993	0,00	100 %	0 %	0 %
Maiseman ja kulttuuriympäristöjen heikkeneminen, indeksi	MIN	1,3	0,00	1,30	0,84	0	100 %	0 %	35 %
Estevaikutus asutukselle, indeksi	MIN	197,3	197,3	49,7	47,0	47	0 %	98 %	100 %
Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen, 1 000 kerros-m2	MIN	320	320	580	600	600	0 %	93 %	100 %

Esimerkki 2. Erään tiehankkeen vaikuttavuuden arvioinnin lopputulos kuvana.



Ensisijaisesti suositeltava esitystapa on hankevaihtoehtojen ja vertailuvaihtoehdon välisten vaikuttavuuserojen kuvaaminen (Esimerkki 2). Kuvio havainnollistaa vaihtoehtojen erot suhteessa vertailuvaihtoehtoon ja toisiinsa. Pylvään suunta osoittaa onko vaihtoehdon vaikutus verrattuna vertailuvaihtoehtoon tavoitteen suuntainen vai sen vastainen. Pylvään pituus osoittaa missä määrin hankkeessa mahdollinen vaikutuspotentiaali on käytetty, eli mihin vaikutuksiin vaihtoehdoissa on varsinaisesti panostettu. Vaikutusmittarin absoluuttinen arvo vertailuvaihdossa (Ve 0+) kertoo mittarin suuruusluokan kyseisessä hankkeessa. Vaihtoehtojen vaikutukset (erot vertailuvaihtoehtoon) on esitettävä myös absoluuttisina arvoina, koska vaikuttavuudeksi skaalatusta pylvään pituudesta ei vastaavaa informaatiota voi päätellä.

3.6 Vaikutusakselit ja MCDA-teoria

Rinnastettuna teoriaan (Kuva 2) vaikutusakseli on mitta-asteikko ja siitä laskettu vaikuttavuusluku muodostaa arvoasteikon. Vaikuttavuuden laskentakaavan mukaisesti arvofunktio on tässä tapauksessa aina lineaarinen. Jos käytetään rakennettuja mittareita (luku 2.2.4), tulee mitta-asteikon pisteiden/luokkien välisten erojen kuvata suoraan niiden välisiä arvostuksia (vrt. Kuva 5), koska arviointiohjeiden mukainen vaikutavuuden määrittelmä mahdollistaa vain lineaarisen arvofunktion. Kaikki tie- ja rata-hankkeille tässä raportissa esitettävät mittarit (Luvut 4 ja 5) perustuvat jatkuviin määrittämiin mitta-asteikoihin.

Koska vaikuttavuuden arvofunktio on aina lineaarinen, saadaan vaikutusakseli ja vaikuttavuus esitettyä ”pällekkäin” yhtenä pylväänä, jossa pylvääseen liitetty absoluuttinen arvo viittaa mitta-asteikkoon ja pylvään pituus arvoasteikkoon (Esimerkki 2). Pylväsesitys on siis sinänsä aivan teorian mukainen, vaikka mitta- ja arvoasteikkoa ei erotellakaan toisiaan vasten kohtisuoraan (vrt. Kuva 2).

Arviointiohjeissa korostetaan, että vaikuttavuuksia ei ole painotettu eikä niitä saa laskea yhteen. Teoriassa painottaminen ja yhdistäminen olisi mahdollista (kts. esim. Mild ym. 2010), mutta mittaristoista ei käytännössä saada niin tyhjentäviä ja kattavia, että arvostusten ja painotusten menetelmälliseen määrittämiseen kannattaisi panostaa. Näin ollen vaikuttavuuden arvioinnin menetelmä on kyllä MCDA-teorian mukainen, mutta se ei ole ”täysimittainen” sovellus, jonka tuloksia voitaisiin sellaisenaan käyttää päätöksenteon välineinä. Täydentäville näkemyksille ja ”monikriteerimallin” ulkopuolelle jääneiden seikkojen laadulliselle huomioimiselle on varattava tilaa päätöksenteossa. Seuraavassa esitettävät mittarit luovat rungon arviointien yhtenäistämiseksi ja tarjoavat ideoita hankkeissa toistuvien vaikutusten määrälliseen arviointiin. Vaikutusakselit toimivat vakioituna esitystapana erilaisilla mitta-asteikoilla arvioitujen vaikutusten havainnollistamiseen ja rinnastamiseen tiivistetysti.

4 Tiehankkeiden vaikuttavuusmittarit

4.1 Nykytilanne

Tiehankkeiden arvioinnissa vaikutusakselit ovat olleet käytössä muutaman vuoden. Analyysia laadittaessa tietoon saatiin 11 hanketta, joiden suunnitelmaraporteissa (hankearviointi, yleissuunnitelma tai esiselvitys) on raportoitu vaikutusakseleita. Arvioinneissa käytetyt vaikuttavuusmittarit esitetään tiivistetysti seuraavassa (Taulukko 4), ja tarkemmin liitteessä 1.

Taulukko 4. Tiehankkeiden arvioinneissa käytettyjä vaikuttavuusmittareita ryhmiteltyinä tienpidon vaikutuskartan (Tiehallinto 2007) vaikutusalueisiin.

VAIKUTUS-ALUE	Mittarien esiintyminen aiemmissa arvioinneissa (suluissa tyyppi; M: määrällinen, L: laadullinen)	
	Useille arvioinneille yhteisiä (kursivoiduissa vaihtelua)	Erityispiirteitä ja/tai yksittäisiä
Liikenteellinen saavutettavuus	<ul style="list-style-type: none"> • Sujuvuus, pitkämatkainen: pääsuunnan matka-aika (M) • Sujuvuus, paikallinen: rinnakkainen ja/tai poikittainen matka-aika (M) • Ennustettavuus / häiriöttömyys: ruuhkat tavalla tai toisella (M) 	<ul style="list-style-type: none"> • Raskaan liikenteen matka-aika (M)
Liikenneturvallisuus	<ul style="list-style-type: none"> • Henkilövahinko-onnettomuudet (M) • Kuolleet (M) 	<ul style="list-style-type: none"> • -
Ympäristö	<ul style="list-style-type: none"> • CO₂ päästöt (M) • <i>Pohjavesialueet, jos relevantti (M)</i> • <i>Luonnon monimuotoisuus (L)</i> • <i>Maisema (L)</i> • <i>Rakennettu- ja kulttuuriympäristö (L)</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Vesistövaikutukset (L) • Liito-oravat (M) • Rakentamisen aikaiset haitat rakennuksille (M)
Ihmisiin kohdistuvat	<ul style="list-style-type: none"> • Melulle altistuvat hlö (M) • Hiukkaspäästöille altistuvat hlö (M) • Estevaikutus (M ja L) 	<ul style="list-style-type: none"> • Asumisen laatu ja turvallisuus (L ja M) • Rekkajonojen haitat asukkaille (M)
Yhdyskuntarakenne	<ul style="list-style-type: none"> • Kevyen liikenteen olosuhteet (M ja L) • Yhdyskuntarakenteen eheys (L) 	<ul style="list-style-type: none"> • JKL edellytykset (L) • Maankäytön kehittämismahdollisuudet (L)
Alueiden kehittyminen	<ul style="list-style-type: none"> • - 	<ul style="list-style-type: none"> • Palvelujen ja virkistysalueiden saavutettavuus (L) • Matkailun kehittyminen (L) • Elinkeinoelämän toimintaedellytykset (L ja M) • Kuntakeskus → teollisuus-alue matka-aika (M)
Talous	<ul style="list-style-type: none"> • - 	<ul style="list-style-type: none"> • Kunnossapitokustannukset (M) • Investointi vaikutusakselina (M) • Ajoneuvokustannukset (M)

Arvioinneissa on käytetty 6–15 mittaria, tyypillisimmin noin 10 kpl. Ainoastaan vuotuiset CO₂-päästöt ennustevuonna esiintyy jokaisessa hankkeessa samalla tavalla (vrt. vakiomittari). Myös henkilövahinko-onnettomuudet ja/tai niissä kuolleet, pääsuunnan matka-aika ja melulle altistuvat henkilöt on esitetty lähes kaikissa hankkeissa ja jokseenkin samalla tavalla. Muiden mittarien osalta vaihtelu on suurempaa ja samaakin asiaa on mitattu eri tavoin. Vaihtelevuutta selittävät luonnollisesti ainakin hankkeiden erilaisuus sekä menetelmän uutuus ja vakiintumattomuus. Myöskään tieto ja raportit tehdyistä sovelluksista eivät ilmeisesti ole levinneet kovin tehokkaasti.

Suurin osa arvioinneissa toistuvista mittareista on kannattavuuslaskelmaan sisältyviä määrällisiin mitta-asteikoihin perustuvia. Laskelmaa täydentävistä vaikutuksista useimmin esiintyvät vaikutukset pohjavesialueisiin (määrällinen mitta-asteikko), estevaikutus (määrällinen ja laadullinen), vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen (laadullinen) ja vaikutukset kevyen liikenteen olosuhteisiin. Muita mittareita esiintyy yksittäisissä arvioinneissa, ja ne ovat yleensä hankkeen erityispiirteisiin kytkeytyviä. On selvää, että erityispiirteet vaihtelevat voimakkaasti hankkeen sijainnista ja tyypistä riippuen. Esimerkkejä erityispiirteistä ovat rajaliikenteen rekkajonojen aiheuttamat haitat (rajaseutujen hankkeet), vaikutukset vesistöihin ja kalakantoihin (merkittäviä pengerryksiä tai siltoja sisältävät hankkeet) sekä moninaiset vaikutukset maankäytön mahdollisuuksiin ja kaupunkikuvaan (kaupunkiseutujen, etenkin -keskustojen hankkeet, erityisesti tunnelivaihtoehdot).

Osa mittareista kuvaa valtakunnallisia vaikutuksia, osa paikallisia. Valtakunnallisesti merkittävät liikenteelliset vaikutukset sisältyvät periaatteessa kannattavuuslaskelmaan. Vaikka nämä liikenteelliset vaikutukset syntyvät toki hankkeen alueella (mm. pääsuunnan sujuvuus, CO₂-päästöt ja turvallisuus), niitä voidaan kuitenkin pitää yhteiskunnallisina liikennejärjestelmätason vaikutuksina. Paikalliset vaikutukset (mm. este- ja meluvaikutukset, visuaaliset vaikutukset ja maankäytön kehittyminen) kohdistuvat hankkeen alueen asukkaisiin ja toimijoihin, eivätkä ne yleensä näy merkityksellisinä kannattavuuslaskelmassa. Hankkeen paikallisessa vuorovaikutuksessa ne ovat kuitenkin keskeisessä asemassa. Monissa hankkeissa onkin kaivattu tukea nimenomaan paikallisten vaikutusten mittareihin. Vaihtelevuudestaan ja erityispiirteistään johtuen paikallisten vaikutusten mittareita on kuitenkin vaikeaa vakioida. Mittareiden tulee lähteä hankkeen tarpeista, eikä tilanteeseen soveltumatonta mittaria ole tarkoituksenmukaista käyttää väkisin. Ehdotuksia ja suosituksia voidaan antaa, mutta täydellinen vakiointi ei välttämättä ole tavoiteltavaa. Lisäksi on hyvä muistaa, että hyväkään mittari ja rationaaliset perusteet eivät välttämättä tue paikallisten konfliktien ratkaisemista, jos osapuolten väliset näkemyserot ovat kovin perustavanlaatuisia.

4.2 Suositukset ja ehdotukset mittareiksi

4.2.1 Yleiskuva mittaristosta

Tiehankkeisiin ehdotettavat vaikuttavuusmittarit luetellaan seuraavassa (Taulukko 5) jäsennehtynä vaikutusteeman mukaan. Jäsentely poikkeaa hieman tienpidon vaikutuskartan jäsentelystä (vrt. Taulukko 4), mutta se on uudistettu yhteneväksi ratahankkeiden mittareiden jäsentelyn kanssa (luku 5). Mittarit on tyypitelty sen mukaan, onko kysymyksessä suositeltava mittari (jos kyseinen vaikutus on hankkeessa merkittävä) tai ehdotus, jota voi käyttää sellaisenaan tai soveltaen. Lisäksi erotellaan sisältykö mittari (sen lähtötiedot) kannattavuuslaskelmaan. Käytännössä kuhunkin hank-

keeseen sovellettava mittaristo tulee koota tapauskohtaisesti. Mittareiden tarkemmat määrittelyt on esitetty raportin liitteen mittarikorteissa (Liite 2).

Vuoden 2008 tiehankkeiden arviointiohjeen ”vakiomittarilistasta” poiketen mittaristosta on pudotettu pois tieliikenteen ajoneuvokustannukset ja tienpitäjän menot kunnossapidosta. Ajoneuvokustannuksista ja/tai tieliikenteen polttoaineen kulutuksesta ennustevuonna voi edelleen muodostaa vaikutusakselin. Käytännössä polttoaineen kulutus ja ajoneuvokustannukset käyttäytyvät mittareina hyvin samalla tavoin kuin hiilidioksidipäästöt. Kunnossapitomenot kannattaa nostaa esiin vain, jos hankevaihtoehtojen välillä on niissä merkittävää eroa.

Kevyen liikenteen olosuhteet on osin huomioitu mittariehdotuksessa 11, mutta täydentävät tarkastelut ovat suositeltavia. Pelkkä väyläpituus ei kuitenkaan kuvaa hyvin käyttöä ja vaikuttavuutta. Toimivan vakiomittarin määrittäminen haastavaa, koska paikalliset olosuhteet ja todelliset tarpeet vaihtelevat suuresti. Ratkaisevia kysymyksiä saattavat olla yksittäisten, lyhyidenkin, järjestelyjen toteuttamiset tai toteuttamatta jättämiset. Toisaalta toteutettuja järjestelyjä ei välttämättä käytetä, vaan kevyt liikenne hakeutuu sille tarkoituksenmukaisimmille reiteille ja tienylityskohtiin järjestelyistä huolimatta. Kevyen liikenteen järjestelyjen merkittävyyttä arvioitaessa (lähinnä hankkeiden välisessä vertailussa) on todellinen käyttäjämäärä varsin keskeisessä roolissa. Määrien arviointiin ei kuitenkaan ole juurikaan lähtöaineistoja tai yhdenmukaisia ja luotettavia menetelmiä. Vaarana on, että vakiotavasta mittarista tulisi heikosti tarkoitustaan palveleva monissa tilanteissa, joten kevyen liikenteen olosuhteiden mittarin kehittäminen jää avoimeksi. Tulevissa arvioinneissa tulee pyrkiä kehittämään mittareita, jotka voivat levitä parhaina käytäntöinä yleisempään käyttöön.

Joukkoliikenteen toimintaedellytykset on samankaltainen ilmiö. Se saattaa olla merkityksellinen vaihtoehtoja erotteleva tekijä, mutta toimivan mittarin ideointi on erittäin haastavaa ja tapauskohtaista. Pysäkki- ja kaistajärjestelyjä voidaan kuvata suunnitelma-aineistosta saatavilla faktoilla, mutta vaikutusakselin laatiminen esimerkiksi pysäkkien määrästä ei tunnu tarkoituksenmukaiselta. Olosuhteet kytkeytyvät myös kevyen liikenteen järjestelyihin pysäkeillä ja niiden ympäristössä, ja liikennepalvelujen tuottajalla on päätösvalta parannettujen olosuhteiden hyödyntämisessä muun muassa vuorotiheyden osalta. Joukkoliikenteen sujuvuus tulee huomioitua kokonaisliikenteen palvelutason mittareissa. Jos edellytyksiä on, voidaan joukkoliikenteen (ajoneuvojen liikkumisen) sujuvuutta tarkastella erikseenkin.

Matkojen ja kuljetusten palvelutaso -teemassa kehitetään mittareita matka-ajan ennakoitavuudelle. Loppuvuonna 2012 työn alla on matka-aikojen ennakoitavuutta ja kuljetusten täsmällisyyttä kuvaavia mittariehdokkaita. Nämä mittarit eivät ehtineet mukaan tähän listaukseen, mutta ne julkaistaan erikseen palvelutasoteeman vuoden 2012 toimintaraportissa. Vuoden 2013 kuluessa mittareita kehitetään myös muille palvelutasotekijöille.

Taulukko 5. Suositeltavat ja ehdotetut tiehankkeiden vaikuttavuusmittarit.

Tiemittarikorttien yhteenveto	H/K	Suositus	Ehdotus
Liikenteellisen palvelutason mittarit			
1. Pääsuunnan matka-aika arkipäivän ruuhka-aikaan	X	X	
2. Pääsuunnan matka-aika viikonloppuliikenteessä	X	X	
3. Pääsuunnan raskaan liikenteen keskimääräinen matka-aika	X	X	
4. Paikallisen liikenteen keskimääräinen matka-aika	(X)	X	
5. Pääsuunnan liikenteen ruuhkautuvuus	X	X	
<i>Palvelutaso-teemasta tulossa häiriöherkkyyden mittareita</i>			
Liikenneturvallisuuden mittarit			
6. Henkilövahinko-onnettomuudet suunnittelualueella	X	X	
7. Tieliikenneonnettomuuksissa kuolleet suunnittelualueella	X	X	
Ympäristövaikutusten mittarit			
8. Tieliikenteen yli 55 dB melulle altistuminen	X	X	
9. Tieliikenteen CO ₂ -päästöt	X	X	
10. Pohjavesien pilaantumisriski		X	
11. Estevaikutus jalankulkijoille ja pyöräilijöille			X
12. Luonnon monimuotoisuuden heikkeneminen			X
13. Maiseman ja kulttuuriympäristöjen heikkeneminen			X
14. Virkistysmahdollisuuksien ja viihtyvyyden heikkeneminen			X
Taloudellisten vaikutusten mittarit			
<i>Ajoneuvokustannukset ennustevuonna (kevyet/raskaat)</i>			
<i>Tieliikenteen polttoaineen kulutus ennustevuonna</i>			
<i>Väyläpitäjän menot kunnossapidosta</i>			
Laajempien seurausvaikutusten mittarit			
15. Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön			X
Koostettavat mittarit (constructed scales), yleisohje			X
<i>Kevyen liikenteen, kävelyn ja pyöräilyn olosuhteet</i>			
<i>Joukkoliikenteen olosuhteet ja toimintaedellytykset</i>			
Suositus: Suositeltava mittari, jos asia on hankkeessa ylipäättään relevantti. Ehdotus: Mittariehdotus, jota voi käyttää sellaisenaan tai soveltaen. H/K: Mittarin kuvaama vaikutus sisältyy myös kannattavuuslaskelmaan (sulkeissa merkittyjen mittareiden sisältyminen laskelmaan ei itsestään selvää)			

4.2.2 Liikenteellisen palvelutason mittarit

1. Pääsuunnan matka-aika arkipäivän ruuhka-aikaan (suositeltava mittari)

- *Arkipäivän ruuhkatunnin liikenteen keskimääräinen matka-aika (minuuttia:sekuntia) suunnittelualueen pääsuunnan relevanteimpien päätepisteiden välillä ennustevuonna.*

Tällä mittarilla havainnollistetaan hankkeen vaikutusta läpikulkevan liikenteen päivittäiseen palvelutasoon. Vaikutus sisältyy kokonaisuudessaan myös kannattavuuslaskelmaan. Vaikutukset paikalliseen liikenteeseen ja matka-ajan vaihteluun esitetään erikseen. Pääsuunnan matka-aika ruuhkatuntina on suositeltava mittari kaikissa tiehankkeissa, joissa työmatkaliikenteen sujuvuus on päätöksenteon kannalta merkityksellinen vaikutusalue.

Matka-aika määritetään kahden pisteen väliseltä matkalta. Nämä tarkasteltavat pisteet voivat olla liittymiä tai muita selvästi paikallistettavia kohteita, joiden kautta kohteen pitkämatkainen liikenne pääosin kulkee. Ruuhkatunnin matka-aika saadaan liikennemallista, jos sellaista hankkeen suunnittelussa käytetään. Tällöin ruuhkatuntina on yleensä aamuhuipputunti (aht). Jos arviointia tehdään Ivarilla, niin ruuhkatuntina pitää käyttää vuoden 300. vilkkaimman tunnin nopeutta.

2. Pääsuunnan matka-aika viikonloppuliikenteessä (suositeltava mittari)

- *Vuoden 50. vilkkaimman tunnin liikenteen keskimääräinen matka-aika (minuuttia:sekuntia) suunnittelualueen pääsuunnan relevanteimpien päätepisteiden välillä ennustevuonna.*

Tällä mittarilla havainnollistetaan hankkeen läpikulkevan liikenteen palvelutasoon viikoittain toistuvana ilmiönä. Vaikutus sisältyy kokonaisuudessaan myös kannattavuuslaskelmaan. Pääsuunnan matka-aika viikonloppuliikenteessä on suositeltava mittari kaikissa sellaisissa tiehankkeissa, joissa pitkien vapaa-ajan matkojen sujuvuuden parantaminen on päätöksenteossa merkityksellinen asia ja vaihtoehtojen välille muodostuu eroja, jotka eivät ilmene riittävästi arkipäivän ruuhkatunnin mittarista.

Matka-aika määritetään kahden pisteen väliseltä matkalta. Nämä tarkasteltavat pisteet voivat olla liittymiä tai muita selvästi paikallistettavia kohteita, joiden kautta kohteen pitkämatkainen vapaa-ajan liikenne pääosin kulkee. Ruuhkatunnin matka-aika saadaan noukittua liikennemallista tai Ivarista vuoden 50. vilkkaimman tunnin nopeutena.

3. Pääsuunnan raskaan liikenteen keskimääräinen matka-aika (suositeltava mittari)

- *Raskaan liikenteen vuositason keskimääräinen matka-aika (minuuttia:sekuntia) suunnittelualueen pääsuunnan relevantimpien päätepisteiden välillä ennustevuonna.*

Elinkeinoelämän kuljetusten toimivuuden parantaminen on usein tiehankkeen ensisijaisia tavoitteita. Pääsuunnan raskaan liikenteen keskimääräinen matka-aika kuvaa hankkeen vaikutusta läpikulkevan raskaan liikenteen palvelutasoon kaikkina vuorokaudenaikoina. Pääsuunnan matka-aika ja raskaan liikenteen aikakustannukset sisältyvät kokonaisuudessaan myös kannattavuuslaskelmaan. Tämä on suositeltava mittari.

ri, jos raskaan liikenteen osuus on hankkeessa merkittävä, vaihtoehtojen välillä on tämän mittarin suhteen eroja (esimerkiksi nopeusrajoituksissa) ja raskaan liikenteen matka-aika saadaan laskettua.

Raskaan liikenteen keskimääräinen matka-aika määritetään esimerkiksi ajokustannuslaskennan nopeusmallien avulla keskimääräisen nopeuden aleneman muutoksen kautta. Laskennassa otetaan huomioon kaikki raskas liikenne kaikkina vuoden tunteina.

4. Paikallisen liikenteen keskimääräinen matka-aika (suositeltava mittari)

- *Yhteenlaskettu vuositason keskimääräinen matka-aika (minuuttia:sekuntia) suunnittelualueelta alkavien tai sinne päätyvien matkojen osalta ennustevuonna.*

Paikallisen liikenteen olosuhteiden parantaminen tai vähintään turvaaminen on jokaisen tiehankkeen tavoitteena. Paikallisen liikenteen matka-aika kuvaa hankkeen vaikutusta paikallisen liikenteen palvelutasoon. Paikallisen liikenteen matka-aika sisältyy yleensä kannattavuuslaskelmaan, ellei sitä ole vähäisen merkityksen takia rajattu pois tarkastelusta. Tämä on suositeltava mittari, jos hankkeen vaikutusalueen sisäiselle, sieltä alkavalle tai sinne päätyvälle liikenteelle kohdistuvat vaikutukset ovat hankkeen päätöksenteon kannalta merkittäviä.

Keskimääräinen matka-aika saadaan liikennemallista, jos sellaista käytetään. Jos kaikkia matkoja ei voida käsitellä, voidaan valita 1-4 reittiä (pisteparia), joiden perusteella keskimääräinen matka-aika määritetään. Pisteparit valitaan kuvaamaan alueen paikallisen liikenteen (määrän) kannalta merkittävimpiä reittejä, joihin hanke vaikuttaa. Reitit voivat kulkea hankkeen pääsuuntaa risteävästi, pääsuunnan suuntaisesti (rinnakkaistie) ja/tai osittain hankkeen pääsuuntaa käyttäen. Keskimääräinen matka-aika kattaa vuoden kaikki tunnit.

5. Pääsuunnan liikenteen ruuhkautuvuus (suositeltava mittari)

- *Ruuhkautuvan liikennesuoritteiden osuus koko vuoden liikennesuoritteesta (prosenttia) suunnittelualueen pääsuunnan relevantimpien pääte pisteiden välillä ennustevuonna. Ruuhkautuneeksi lasketaan liikennesuorite, jonka HCM-palvelutaso on E tai F.*

Yhteyden toimivuuden parantaminen on jokaisen tiehankkeen ensisijaisia tavoitteita. Mittari kuvaa ruuhkautumisen vähenemistä ja liikenteen sujuvuuden parantumista. Sujuvuuden parantuminen on sisällä vuotuisessa keskimääräisessä matka-ajassa ja siten osa kannattavuuslaskelmaa, mutta vaikutusakselin rooli on korostaa kuinka suureen osaan tienkäyttäjistä ruuhkautumisongelma kohdistuu.

Mittari lasketaan Ivarilla tai vastaavalla laskentaohjelmisto, jossa HCM-palvelutasot ja niiden osuudet liikennesuoritteesta lasketaan vakioidulla tavalla. Tarvittaessa HCM-palvelutason sijaan voidaan ruuhkautuneen suoritteiden määritelmänä käyttää suoritetta, jonka nopeus on X prosenttia vapaata nopeutta alempi (raja-arvo X on esitettävä ja perusteltava selkeästi).

Pääsuunnan mittarin lisäksi voidaan esittää vastaavalla tavalla a) erikseen suoriteosuus HCM-palvelutasolla F, jos paha ruuhkautuminen on hankkeessa erityisen mer-

kittävää, ja/tai b) vastaava(t) mittari(t) paikallisen liikenteen reittejä kuvaavalta tai muulta pääsuuntaa laajemmalta verkolta, jos paikallisen liikenteen ruuhkautuminen on hankkeessa erityisen merkittävää.

On huomioitava, että ruuhkautuvuus ei varsinaisesti kuvaa matka-ajan ennakoitavuutta, koska säännöllinen ruuhka on pääosin ennakoitavaa. Ennakoitavuuteen kehitetään erikseen häiriöherkkyyttä kuvaavia mittareita matkojen ja kuljetusten palvelutaso -teemassa loppuvuonna 2012.

4.2.3 Liikenneturvallisuuden mittarit

6. Henkilövahinko-onnettomuudet suunnittelualueella (suositeltava mittari)

- *Henkilövahinko-onnettomuuksien (heva) määrä suunnittelussa tarkasteltavalla liikenneverkolla ennustevuonna.*

Liikenneturvallisuuden parantaminen on jokaisen tiehankkeen ensisijaisia tavoitteita. Liikenneturvallisuuden ensisijaisena mittarina käytetään henkilövahinko-onnettomuuksien (heva) määrää. Kuolemaan johtavat onnettomuudet voidaan lisäksi esittää erikseen. Onnettomuuskustannussäästöt sisältyvät kokonaisuudessaan kannattavuuslaskelmaan. Henkilövahinko-onnettomuuksien määrä suunnittelualueella on suositeltava mittari kaikissa tiehankkeissa.

7. Tieliikenneonnettomuuksissa kuolleet suunnittelualueella (suositeltava mittari)

- *Tieliikenneonnettomuuksissa kuolleiden henkilöiden määrä suunnittelussa tarkasteltavalla liikenneverkolla ennustevuonna.*

Tieliikenneonnettomuuksissa kuolleet voidaan esittää erikseen, jos kuolemaan johtavat onnettomuudet ovat hankkeessa erityisen relevantteja ja vaihtoehtojen välillä on merkittävää eroa (esimerkiksi keskikaiteellisia osuuksia tai muita vakavuusasteeseen erityisesti vaikuttavia eroavaisuuksia). Vaikutus on kokonaisuudessaan mukana kannattavuuslaskelmassa.

4.2.4 Ympäristövaikutusten mittarit

8. Tieliikenteen yli 55 dB melulle altistuminen (suositeltava mittari)

- *Tieliikenteen yli 55 dB melulle altistuvien henkilöiden määrä suunnittelualueella (joihin hanke vaikuttaa) ennustevuonna. Yhdenmukaisuuden vuoksi suositellaan käyttämään raja-arvona 55 dB melualtistusta.*

Liikenteen melulle altistuvien henkilöiden määrän vähentäminen tai ainakin mahdollisimman pieni lisääminen on jokaisen tiehankkeen tavoitteena tai reunaehtona. Melulle altistumisten määrään vaikuttavat etenkin tien liikennemäärä, nopeudet, maankäytön muutokset tien melualueella sekä hankkeessa toteutettava meluntorjunta. Meluvaikutukset on yleensä mahdollista arvottaa mukaan kannattavuuslaskelmaan. Tieliikenteen yli 55 dB melulle altistuvien henkilöiden määrä on suositeltava mittari kaikissa tiehankkeissa, joilla on vaikutus tieliikenteen melulle altistuvien määrään.

9. Tieliikenteen CO₂ -päästöt (suositeltava mittari)

- *Tieliikenteen CO₂-päästöjen määrä (tonnia/v) suunnittelussa tarkasteltavassa liikenteessä ennustevuonna.*

Liikenteen hiilidioksidipäästöjen vähentäminen on liikennepoliittinen yleistavoite, mutta tyypillisten tiehankkeiden suunnitteluvaihtoehdot poikkeavat toisistaan päästöjen suhteen vain vähän. Päästökustannukset ovat kokonaisuudessaan mukana myös kannattavuuslaskelmassa. Päästöjen esittämisellä voidaan kuitenkin viestiä päätöksentekoon, että vaihtoehtojen erot ja vaikutukset ovat vähäisiä, ja vähentävätkö vai lisäävätkö suunnitteluvaihtoehdot päästöjä nollavaihtoon verrattuna. Tieliikenteen CO₂-päästöt on näistä syistä suositeltava mittari kaikissa tiehankkeissa.

10. Pohjavesien pilaantumisriski (suositeltava mittari)

- *Vuotuinen liikennesuorite suojaamattomalla pohjavesialueella (ajoneuvokilometriä) ennustevuonna.*

Jos hankkeen vaikutusalueella on merkittäviä pohjavesialueita, niiden turvaaminen on huomioitava. Pohjavesien pilaantumisen riskiä ei oteta huomioon kannattavuuslaskelmassa. Liikennesuorite suojaamattomalla pohjavesialueella kuvaa välillisesti sekä liukkaudentorjunnan aiheuttamaa kuormitusta että onnettomuusriskiä ja siitä mahdollisesti seuraavaa pohjavesien altistumista haitallisille aineille. Pohjavesivaikutusten riskiä voidaan pienentää tielinjauksen sijainnin tai pohjavesisuojausten avulla. Suojauksen arvioidaan pienentävä pohjavesien pilaantumisriskiä 70 %, mikä on arvioinnissa huomioon kertoimella 0,3.

Raskaan liikenteen osuutta tai muita erityisiä riskitekijöitä ei tarvitse erotella, ellei suunnitteluvaihtoehtojen välillä ole eroja niiden osalta. Yleensä voidaan olettaa, että hankealueen liikennesuorite, sen ajoneuvojakauma ja kuljetusten ominaisuudet ovat samat suunnitteluvaihtoehdosta riippumatta, joten oleellinen ero on se, kulkeeko tätä liikennesuoritetta suojaamattomalla pohjavesialueella vai ei.

Pohjavesien pilaantumisriski on suositeltava mittari, jos pohjavesien pilaantumisriski tai vaikutus siihen on hankkeen päätöksenteossa merkityksellinen asia.

11. Estevaikutus jalankulkijoille ja pyöräilijöille

- *Estevaikutuksen indeksi, jolla ei ole mittayksikköä.*

Tie aiheuttaa epätoivotun esteen, hidasteen tai turvallisuusriskin sen eri puolilla sijaitsevien kohteiden saavuttamiselle. Tällä mittarilla tarkastellaan tien estevaikutusta jalan tai pyörällä liikkuville ihmisille. (Tien vaikutus paikallisen autoliikenteen matka-aikoihin sekä eläinten kulkureitteihin ja maiseman pirstoutumiseen tarkastellaan muissa mittareissa). Kannattavuuslaskelma ei ota huomioon estevaikutusta.

Tien synnyttämän esteen suuruus riippuu tien mittasuhteista, liikennemäärästä, liikennevirran nopeudesta sekä tien ylitystä helpottavista rakenteista, kuten suojatiet, kanavoinnit ja alikulut. Estevaikutuksen merkitys puolestaan riippuu siitä, kuinka paljon tien ylittäviä jalankulkijoita ja pyöräilijöitä on. Estevaikutus lasketaan niissä kohteissa, joissa on hankkeen mittakaavaan suhteutettuna merkittävässä määrin pysyvää asutusta tai kulkemista synnyttäviä toimintoja.

Estevaikutuksen mittari on ehdotus, joka on määritelty tässä työssä soveltaen ja yhdistäen eri lähteissä¹ hieman eri tarkoituksiin määriteltyjä mittareita. Mittaria voi ryhtyä testaamaan sellaisenaan tai sitä voi edelleen soveltaen kehittää paremmin vaikutusta kuvaavaksi.

12. Luonnon monimuotoisuuden heikkeneminen

- *Luonnon monimuotoisuuden heikkenemisen indeksi, jolla ei ole mittayksikköä.*

Tiehankkeiden ensisijaisia ekologisia vaikutuksia ovat elinympäristöjen väheneminen ja pirstoutuminen, eläinkuolleisuuden nousu, sekä erilaiset este-, reuna- ja häiriövaikutukset. Tien alle jäävän pinta-alan lisäksi, laajemmalle alueelle levittäytyvä rakentamisen ja liikenteen aiheuttama häiriö ja estevaikutus vähentävät eliöille soveltuvia elinympäristöjä. Kannattavuuslaskelmassa näitä vaikutuksia ei oteta huomioon.

Tämä mittari kuvaa hankkeen vaikutusta luonnon monimuotoisuuteen ottaen huomioon seuraavat monimuotoisuuteen vaikuttavat kuormitustekijät:

- ekologisten verkostojen pirstoutuminen
- maaperän peittyminen
- eläin- ja kasvilajien harvinaistuminen
- luonnonsuojellisesti arvokkaiden alueiden väheneminen.

Luonnon monimuotoisuuden heikkenemisen mittari on ehdotus, joka pohjautuu aiempaan kehitystyöhön². Mittaria voi ryhtyä testaamaan sellaisenaan tai sitä voi edelleen soveltaen kehittää paremmin vaikutusta kuvaavaksi.

13. Maiseman ja kulttuuriympäristöjen heikkeneminen

- *Maiseman ja kulttuuriympäristöjen heikkenemisen indeksi, jolla ei ole mittayksikköä.*

Maisema on kokonaisuus, joka muodostuu geomorfologisista, ekologisista sekä kulttuurihistoriallisista tekijöistä sekä niiden vuorovaikutussuhteista. Kulttuuriympäristö on ihmisen rakentamalla, käyttämällä ja viljelemällä muuttamaa ympäristöä. Siihen kuuluvat historia, muinaisjäännökset, rakennukset ja kulttuurimaisema. Kulttuuriympäristön arvo perustuu sen ajalliseen ja alueelliseen kerrostuneisuuteen, joka ilmentää kulttuurin vaihteita sekä ihmisen ja luonnon vuorovaikutuksen muutoksia. Kannattavuuslaskelmassa näitä vaikutuksia ei oteta huomioon.

Maiseman ja kulttuuriympäristöjen heikkenemisen mittari käsittelee maisemaa ja kulttuuriympäristöjä yhdessä. Mittari on ehdotus, joka pohjautuu aiempaan kehitys-

¹ Yhdistetty ruotsalainen kevyen liikenteen kokemaa estevaikutusta kuvaava mittari (Vägverket 2009) ja turvallisuusvaikutusten arviointikertoimet (Malmivuo ja Pettola 2004).

² Luontovaikutusten mittareita ovat määrittäneet Korkiala-Tanttu et al. (2006) ja niitä on soveltanut Kilpinen (2008).

työhön³. Mittaria voi ryhtyä testaamaan sellaisenaan tai sitä voi edelleen soveltaen kehittää paremmin vaikutusta kuvaavaksi.

14. Virkistysmahdollisuuksien ja viihtyvyyden heikkeneminen

- *Virkistysmahdollisuuksien ja viihtyvyyden heikkenemisen indeksi, jolla ei ole mittayksikköä.*

Virkistysmahdollisuuksien ja viihtyvyyden heikkenemiseen vaikuttavia kuormitustekijöitä ovat alueiden pirstoutuminen, maankäytön muutos ja maaperän peittyminen, luontokokemus, (koetut) maisema-arvot ja arvokkaat kulttuuriympäristöt. Kannattavuuslaskelmassa näitä vaikutuksia ei oteta huomioon.

Virkistysmahdollisuuksien ja viihtyvyyden heikkenemistä mitataan indeksillä, joka ottaa huomioon virkistysalueen pirstoutumisen. Mittari on ehdotus, joka pohjautuu aiempaan kehitystyöhön⁴. Mittaria voi ryhtyä testaamaan sellaisenaan tai sitä voi edelleen soveltaen kehittää paremmin vaikutusta kuvaavaksi.

4.2.5 Laajempien vaikutusten mittarit

15. Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön

- *Hankevaihtoehdon toteuttamisesta riippuva rakennusoikeus (kerros-m²).*

Tiehankkeella on vaikutus yhdyskuntarakenteeseen ja maankäytön, jos jotkin maankäyttötoiminnot toteutuvat hankkeen seurauksena ja jäävät toteutumatta, jos hanketta ei toteuteta. Maankäyttöjen mahdolliset eroavaisuudet otetaan huomioon liikenneennusteiden laadinnassa, ja ne ovat siltä osin mukana kannattavuuslaskelman käyttäjähäytyjen arviossa. Kannattavuuslaskelman ulkopuolelle jää kuitenkin hankkeesta riippuvan maankäytön muu kuin liikenteellinen merkitys, ja se voi olla hankkeen päätöksenteossa merkityksellinen tieto. Maankäyttövaikutuksen mittarina on pelkistetty ti hankkeen toteuttamisesta riippuva rakennusoikeus.⁵

³ Luontovaikutusten mittareita ovat määrittäneet Korkiala-Tanttu et al (2006) ja niitä on soveltanut Kilpinen (2008).

⁴ Korkiala-Tanttu et al (2006) ja Kilpinen (2008).

⁵ Vastaavaa mittaria suosittelee esimerkiksi Sinha ja Labi (2007).

5 Ratahankkeiden vaikuttavuusmittarit

5.1 Nykytilanne

Ratainvestointien hankearvioinnit vuosina 2004–2011 on tehty Ratainvestointien hankearviointiohjeen (RHK 2004) mukaisesti, ja tämän jälkeen on muutamissa arvioinneissa sovellettu jo uutta yleisohjetta. Aiempi ratahankkeiden ohje keskittyi kannattavuuslaskelman laatimiseen, ja laskelmaa täydentävän arvioinnin opastus oli suurpiirteinen. Muutamissa hankkeissa laskelmaa oli täydennetty ja laajennettu laadullisella kuvauksella investoinnin vaikutuksista (ks. taulukko 6). Vaikuttavuuden arviointia mittareilla ei ratahankkeissa ole toistaiseksi tehty järjestelmällisesti.

Taulukko 6. Kooste eräissä ratainvestointien arvioinneissa kannattavuuslaskelman rinnalla kuvatuista ja arvioituista (+/-) vaikutuksista.

Vaikutusalue	Kannattavuuslaskelmaan sisältyvien vaikutusten laajempi kuvailu	Kannattavuuslaskelmaa täydentävien vaikutusten kuvailu
Liikenteellinen palvelutaso	<ul style="list-style-type: none"> joukkoliikenteen matka-aika, vaihtotarve ja kävelymatkat matka-aika Helsinkiin 	<ul style="list-style-type: none"> tarjonnan lisäämisen mahdollisuus yhteyksien olemassaolo joukkoliikennejärjestelmän selkeys, hahmotettavuus, säännöllisyys liikkumisedellytykset eri alueilla ja eri väestöryhmissä juna-liikenteen täsmällisyys ulkomaanliikenteen toimivuus peruspalvelujen saavutettavuus työmatkaliikenteen toimivuus
Turvallisuus- ja ympäristö	<ul style="list-style-type: none"> tieliikenneonnettomuuksien määrä kadunlitysten määrä (jalankulkuonnettomuuden riski) koulumatkojen turvallisuus liikenteen energiankulutus ja päästöt melu ja värinä 	<ul style="list-style-type: none"> vaikutukset maa-alan ja luonnonvarojen käyttöön vaikutukset suojelualueisiin vaikutus kaupunkikuvaan, maisemaan, kulttuuriperintöön vaikutukset (riski) pohjavesialueille rakentamisen aikaiset melu-, värinä- ja viihtyvyyshaitat sosiaalinen turvallisuus
Talous	<ul style="list-style-type: none"> joukkoliikenteen subventiotarve investoinnit kunnossapitokustannukset matkustajien hyödyt (kustannusten alenema) liikennöitsijän hyödyt (kustannusten ja tuottojen muutos) 	
Laajemmat seurausvaikutukset		<ul style="list-style-type: none"> joukkoliikenteeseen tukeutuvan yhdyskuntarakenteen kehittyminen alueiden houkuttelevuus ja elinvoimaisuus maankäytön ja elinkeinotoiminnan kehittämisedellytykset matkailuelinkeinon tarpeet alueiden kehitystä jarruttavat liikenneongelmat; alueiden kehityksen tukeminen tunnin työmatkayhteyden raja liikenteen kehittämisedellytykset eri liikennemuotojen kytkennät

Taulukon 6 perusteella havaitaan, että osa kannattavuuslaskelman rinnalla kuvatuista ja arvioituista ratahankkeiden vaikutuksista on ”helposti” vaikuttavuusmittareiksi mielletäviä asioita, kuten nopein matka-aika, tarjonnan lisäämismahdollisuus, vaikutukset maa-alaan. Tämän tyyppisiin mittareihin on myös löydettävissä lähtötiedot kannattavuuslaskelman tai ympäristövaikutusten arvioinnin aineistoista. Toinen havainto on se, että ratahankkeiden arviointiin on liitetty hankalammin määrällisenä ajateltavissa olevia vaikutuksia, kuten sosiaalinen turvallisuus, alueiden elinvoimaisuus, joukkoliikennejärjestelmän selkeys, jne.

Ratahankkeiden olennainen ero tiehankkeiden arviointeihin verraten on siinä, että kehittämisen lähtökohtana on usein rautatieliikenteen mahdollisuuksien ja edellytysten luominen ja sitä kautta kysynnän kasvattaminen. Ratahankkeissa on usein vahvoja kytkentöjä maankäytön ja joukkoliikennejärjestelmän laajempaan kehittämiseen. Tällaiset vaikutukset ovat ratahankkeiden keskeisiä perusteluja, mutta toisaalta niiden oikeanlainen ”tavoittaminen” yksittäisillä hanketason vaikuttavuusmittareilla voi olla jopa mahdotonta. On kuitenkin perusteltua pyrkiä siihen, että vaikuttavuuden arvioinnissa käsitellään kaikki päätöksenteossa merkitykselliset vaikutusteemat.

Lisäksi on huomionarvoista se, että käyttäjähyötyjen laatu ja suuruus määräytyy radanpitäjän (Liikennevirasto) ja liikennöitsijän ratkaisujen kokonaisuudesta. Rataverkko mahdollistaa tietyn maksimitason palvelulle (nopeus, kantavuus, ym.). Lähtöjen määrä, kalusto, pysähtymisten määrä ja aikataulujen yhteen kytkentä ovat tämän jälkeen esimerkkejä asioista, jotka vaikuttavat lopulliseen tarjontaan.

Koska ratahankkeiden vaikuttavuuden arvioinnista ei vielä ole käytännössä koeteltuja mittareita, on seuraavassa esiteltävään mittaristoehdotukseen suhtauduttava osin testausmielessä. Vaikuttavuuden arviointia on ruvettava tekemään alkaen jostain, jotta, mittareita ja arviointitapaa voidaan vähitellen kehittää paremmin päätöksenteon tarpeita vastaaviksi.

5.2 Suositukset ja ehdotukset mittareiksi

5.2.1 Yleiskuva mittaristosta

Ratahankkeisiin ehdotettavat vaikuttavuusmittarit luetellaan taulukossa 7 jäsennehtynä vaikutusteeman mukaan. Lisäksi mittarit on tyypitelty sen mukaan, onko kysymyksessä suositeltava mittari (jos kyseinen vaikutus on hankkeessa merkittävä) tai ehdotus, jota voi käyttää sellaisenaan tai soveltaen. Käytännössä kuhunkin hankkeeseen sovellettava mittaristo tulee koota tapauskohtaisesti. Mittareiden tarkemmat määrittelyt on esitetty raportin liitteen 3 mittarikorteissa.

Taulukko 7. Suositeltavat ja ehdotetut ratahankkeiden vaikuttavuusmittarit.

Ratamittar.ikorttien yhteenveto	H/K	Suositus	Ehdotus
Liikenteellisen palvelutason mittarit			
1. Nopein matka-aika pääkeskukseen	X	X	
2. Paras junatarjonta	X	X	
3. Suurin mahdollinen tavarajunien määrä	(X)	X	
4. Junaliikenteen täsmällisyys	(X)	X	
Liikenneturvallisuuden mittarit			
5. Tasoristeysturvallisuus	(X)	X	
6. Tieliikenteen turvallisuus	X	X	
Ympäristövaikutusten mittarit			
7. Liikenteen CO ₂ -päästöt	X	X	
8. Junaliikenteen melulle altistuminen	X	X	
9. Junaliikenteen tärinälle altistuminen			X
10. Radan estevaikutus			X
11. Pohjavesien pilaantumisriski			X
12. Luonnon monimuotoisuuden heikkeneminen			X
13. Maiseman ja kulttuuriympäristöjen heikkeneminen			X
Taloudellisten vaikutusten mittarit			
14. Tavaraliikenteen liikennöintikustannukset	X	X	
15. Henkilöliikenteen liikennöinnin talous	X	X	
Laajempien seurausvaikutusten mittarit			
16. Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön	(X)	X	
Suositus: Suositeltava mittari, jos asia on hankkeessa ylipäättään relevantti Ehdotus: Mittariehdotus, jota voi käyttää sellaisenaan tai soveltaen H/K: Mittarin kuvaama vaikutus sisältyy myös kannattavuuslaskelmaan (sulkeissa merkittyjen mittareiden sisältyminen laskelmaan ei itsestään selvää)			

5.2.2 Liikenteellisen palvelutason mittarit

1. Nopein matka-aika pääkeskukseen (suositeltava mittari)

- *Nopein matka-aika (minuuttia:sekuntia) tarkasteluun valitulla yhteysvälillä hankkeen valmistuttua.*

Junien nopeuden nosto on kaukoliikenteessä keskeisiä rataverkon kehittämisen tavoitteita. Nopeudella on merkitys myös lähiliikenteen hankkeissa, joskin silloinkin on paljolti kysymys kaukoliikenteen junien tai taajamajunaliikenteen junien nopeudesta lähiliikennealueella. Lähiliikenteessä junatarjonta (2. mittari) on hankkeen vaikutuksissa usein nopeutta merkityksellisempi asia.

Junaliikenteen nopeuden ja tarjonnan yhteisvaikutus tulee kokonaisuutena otettua huomioon kannattavuuslaskelmassa. Tällä mittarilla havainnollistetaan sitä, kuinka suureen matkanopeuteen hankkeen seurauksena voidaan päästä. Nopein matka-aika pääkeskukseen on suositeltava mittari kaikissa sellaisissa hankkeissa, joilla vaikutetaan henkilöliikenteen nopeuteen ja tämä vaikutus on päätöksenteossa merkityksellinen.

Tarkastelun kohteeksi valitaan jokin hankkeen nopeusvaikutusta havainnollisesti kuvaava yhteysväli, jolta valitaan ennustetilanteen aikataulusta nopein yksittäinen yhteys. Parhaimmillaan käytössä voi olla ennustetilanteen graafinen aikataulu, mutta arvio voi olla myös huomattavasti karkeampi. Tarkasteltavia yhteysvälejä voi olla enemmän kuin yksi, jolloin mittarina käytetään tarkasteltavien yhteysvälien nopeimpien matka-aikojen keskiarvoa. Yleisperiaatteena on määrittää mittari siten, että se kuvaa mahdollisimman hyvin tarkasteltavan hankkeen vaikutusta henkilöliikenteen nopeuteen.

2. Paras junatarjonta (suositeltava mittari)

- *Keskimääräinen junavuorojen (lähtöjen) määrä asemalta yhteen suuntaan (kpl/h) tarkasteluun valituilla asemilla ennustetilanteessa.*

Junatarjonnan lisäämisen mahdollistaminen on lähiliikenteen ratahankkeiden keskeisiä tavoitteita. Junatarjonnalla on toki merkitys myös kaukoliikenteessä, mutta yleensä silloinkin on kysymys lähiliikennealueen hankkeesta, jolla esimerkiksi lisätään kaukoliikenteen käytettävissä olevaa rata- ja ratapihakapasiteettia ja siten mahdollisuuksia lisätä tarjontaa.

Junaliikenteen nopeuden ja tarjonnan yhteisvaikutus tulee kokonaisuutena otettua huomioon kannattavuuslaskelmassa. Tällä mittarilla havainnollistetaan sitä, kuinka suureen junatarjontaan hankkeen seurauksena voidaan päästä. Paras junatarjonta on suositeltava mittari yleensä ainakin kaikissa lähiliikenteen hankkeissa sekä sellaisissa kaukoliikenteen hankkeissa, joissa vaikutus junatarjontaan on päätöksenteossa merkityksellinen tieto.

Tarkastelun kohteeksi valitaan jokin hankkeen tarjontavaikutusta havainnollisesti kuvaava asema. Asemia voi olla enemmän kuin yksi, jolloin mittarina käytetään asema-kohtaisten vuoromäärien keskiarvoa. Asemia voi myös tyypitellä kokonsa perusteella, ja määrittää erilliset mittarit esimerkiksi suurille ja pienille asemille. Yleisperiaattee-

na on määrittää mittari siten, että se kuvaa mahdollisimman hyvin tarkasteltavan hankkeen vaikutusta henkilöliikenteen junatarjontaan.

3. Suurin mahdollinen tavarajunien määrä (suositeltava mittari)

- *Tavarajunien (mahdollinen) määrä (kpl/vrk) molempiin suuntiin suunnittelussa tarkasteltavalla rataverkolla ennustetilanteessa ilman että ratakapasiteetin käyttöaste ylittää 80 %.*

Sekaliikenneadoilla tavarajunat väistävät henkilöliikennettä. Radan kapasiteetti ja henkilöjunien määrä ja nopeus määrittävä toisin sanoen sen, kuinka paljon ratakapasiteettia jää tavarajunien käyttöön. Mahdollisuus lisätä tavarajunia vaikuttaa sekä tavaraliikenteen kulkutapaosuuteen että kuljetuskustannuksiin. Nämä otetaan huomioon kannattavuuslaskelmissa. Jos tavarajunien käytössä oleva kapasiteetti kasvaa suuremmaksi kuin arvioitu kysyntä, jää tämä läisäpotentiaali kannattavuuslaskelman ulkopuoliseksi vaikutukseksi.

Tällä mittarilla havainnollistetaan sitä, kuinka suureen tavarajunien määrään hankkeen seurauksena on mahdollista päästä. Suurin mahdollinen tavarajunien määrä on suositeltava mittari kaikissa hankkeissa, joilla on vaikutusta tavaraliikenteen käytävissä olevaan kapasiteettiin, ja tämä vaikutus on päätöksenteon kannalta merkityksellinen.

Tavarajunien suurinta mahdollista määrää arvioidaan koko tarkasteltavalta rataverkolta ottaen huomioon ratakapasiteetin ja henkilöjunien määrän muutos hankkeen seurauksena. Lisäksi otetaan huomioon, että vain 80 % kapasiteetista voidaan käyttää ilman merkittävää häiriöherkkyyden kasvua. Yleisperiaatteena on määrittää mittari siten, että se kuvaa mahdollisimman hyvin tarkasteltavan hankkeen vaikutusta tavarajunien käytössä olevaan kapasiteettiin ja mahdollisuuteen lisätä tavarajunaliikenteen määrää.

4. Junaliikenteen täsmällisyys (suositeltava mittari)

- *Häiriötilanteista aiheutuva keskimääräinen viivytys (s/juna) suunnittelussa tarkasteltavassa liikenteessä ennustetilanteessa.*

Junaliikenteen täsmällisyyden parantaminen on keskeinen tavoite etenkin vilkkaiden ratojen ja Helsingin seudun liikenteeseen vaikuttavissa hankkeissa. Junaliikenteen aikataulunmukainen kulku on junaliikenteen perusoletus, mutta käytännössä myöhästymisiä tapahtuu teknisten vikojen ja häiriöiden takia (kalusto, rata, sähkörata, turvalaitteet, liikenteen ohjaus), matkustajien ja henkilökunnan toiminnan seurauksena tai ulkoisten syiden (kuten eläinonnettomuus, poikkeuksellinen sää) takia. Junaliikenteen täsmällisyys on ainakin osin sisällä kannattavuuslaskelmissa, jos kysyntämuutosten arvioinnissa on käytetty kulkutapavakioita, jotka sisältävät oletuksen liikenteen täsmällisyydestä. Simulointitarkastelujen perusteella laskettuja täsmällisyyden paranemisen aikasäästöjä on voitu laskelmissa myös ottaa huomioon.

Junaliikenteen täsmällisyyden mittarina on häiriötilanteista aiheutuvien viivytysten keskimääräinen kesto. Häiriötilanteiden tarkastelu ja niiden muutosten arviointi on valittava hankekohtaisesti ja käytettävissä olevien lähtötietojen ja menetelmien puitteissa. Hankkeen vaikutus häiriötilanteisiin voidaan selvittää häiriötilanteen simu-

loinnilla, jos sellainen sisältyy suunnitelman laadintaan. Arviointi voidaan tehdä myös yksinkertaisemmin käyttämällä kohteen täsmällisyystilastoja toteutuneista myöhästymisistä syineen ja arvioiden hankkeen toimenpiteiden vaikutuksia näihin syihin. Yleisperiaatteena on määrittää mittari siten, että se kuvaa mahdollisimman hyvin tarkasteltavan hankkeen vaikutusta junaliikenteen täsmällisyyteen. Junaliikenteen täsmällisyys on suositeltava mittari kaikissa hankkeissa, joilla on päätöksenteon kannalta merkityksellisiä vaikutuksia junaliikenteen täsmällisyyteen.

5.2.3 Liikenneturvallisuuden mittarit

5. Tasoristeysturvallisuus (suositeltava mittari)

- *Tasoristeysten lukumäärä (kpl) suunnittelussa tarkasteltavalla rataverkolla ennustetilanteessa.*

Ratahankkeiden suorat turvallisuusvaikutukset syntyvät tasoristeysten vähentämisestä. Joissain hankkeissa tasoristeysonnettomuuksien määrän muutos on mahdollisesti arvioitavissa onnettomuusmäärinä, jolloin vaikutus on mahdollista ottaa mukaan kannattavuuslaskelmaan. Usein tasoristeysten onnettomuusmäärien muutoksen arviointi ei kuitenkaan ole tapahtumien harvinaisuuden takia mielekästä. Tasoristeysturvallisuuden mittarina on siten yksinkertaisesti tasoristeysten määrä suunnittelualueella. Tämä on suositeltava mittari kaikissa ratahankkeissa, joissa poistetaan tasoristeyksiä.

6. Tieliikenteen turvallisuus (suositeltava mittari)

- *Henkilövahinko-onnettomuuksien (heva) määrä suunnittelussa tarkasteltavalla liikenneverkolla ennustevuonna.*

Jos hanke vaikuttaa junamatkojen määrään, on tällä oletettavasti vaikutusta tieliikenteen suoritteisiin ja siten tieliikenteen onnettomuuksien ja henkilövahinkojen määrään. Vaikutus otetaan kokonaisuudessaan huomioon kannattavuuslaskelmassa. Tämä mittari ottaa huomioon kysyntämuutosten kautta tuleva vaikutuksen tieliikenteen henkilövahinko-onnettomuuksien määrään vaikutusalueella. Mittari on suoritettava kaikissa ratahankkeissa, jotka lisäävät junaliikenteen määrää henkilö- tai tavaraliikenteessä ja siten vähentävät tieliikenteen suoritetta.

Mittarin arvon määrittämiseen tarvitaan liikenne-ennusteen arvio tieliikenteen suoritemuutoksista ja tieliikenteen onnettomuustilastojen perusteella määritelty keskimääräinen heva-onnettomuuden riski suoritetta kohden. Vaikutus voidaan määrittää myös tarkemmilla tiedoilla, jos sellaisia on käytettävissä. Yleensä kuitenkin pystytään arvioimaan ainoastaan ratahankkeen takia vähentyvän tieliikennesuoritteen kokonaismäärä eikä enää sitä, miltä verkon osilta suorite on pois.

5.2.4 Ympäristövaikutusten mittarit

7. Liikenteen CO₂-päästöt (suositeltava mittari)

- *Eri liikennemuotojen yhteenlaskettu CO₂-päästöjen määrä (tonnia/v) suunnittelussa tarkasteltavassa liikenteessä ennustetilanteessa.*

Jos hanke lisää junaliikenteen määrää, se lisää junaliikenteen energiankulutusta ja CO₂-päästöjä. Toisaalta junaliikenteen kasvu vähentää tieliikenteen suoritetta ja siten CO₂-päästöjä. Radan sähköistys tavallisesti vähentää junaliikenteen CO₂-päästöjä. Hankkeen vaikutukset päästömääriin ja päästökustannuksiin sisältyvät kokonaisuudessaan kannattavuuslaskelmaan. Tämä mittari ottaa huomioon eri liikennemuotojen kysyntämuutosten kautta tuleva vaikutuksen koko liikenteen CO₂-päästöjen vuotuisen määrään. Mittarin arvon määritetään liikenne-ennusteen suorite- ja veturityypiarvioiden sekä suunnittelussa käytettyjen päästökertoimien avulla. Liikenteen CO₂-päästöt on suositeltava mittari kaikissa hankkeissa, joilla on vaikutus junaliikenteen energiankulutukseen tai tieliikenteen suoritteen määrään.

8. Junaliikenteen melulle altistuminen (suositeltava mittari)

- *Junaliikenteen melulle altistuvien henkilöiden määrä (kpl) suunnittelussa tarkastellulla rataverkolla ennustetilanteessa.*

Rautatieliikenteestä aiheutuvan meluhaitan suuruus muuttuu, jos hanke muuttaa lähötömelun määrää (kalusto, kiskot, suorite) tai meluntorjunnan määrää (meluesteet). Meluvaikutukset on yleensä mahdollista arvottaa mukaan kannattavuuslaskelmaan. Meluhaitan tarkastelussa voidaan ottaa huomioon sekä päivä- että yömelu, jos tarkasteltavalla hankkeella on vaikutusta molempiin. Mittarin tarkempi sisältö on määriteltävä sen mukaan, mitä suunnittelussa tehty melulaskelmat antavat mahdollisuuksia. Junaliikenteen melulle altistuminen on suositeltava mittari, jos hankkeella on päätöksenteon kannalta merkityksellinen vaikutus melulle altistumiseen.

9. Junaliikenteen tärinälle altistuminen

- *Tärinän haitalliseksi kokevien ihmisten määrä (kpl) ennustetilanteessa.*

Junien akseli- ja kokonaispainojen tai kuljetusnopeuden nostaminen kasvattavat maaperän dynaamista kuormitusta. Näissä tilanteissa ihmisten havaitsema tärinä ja melu voivat kasvaa tasolle, joka koetaan epämiellyttäväksi. Erityisen haitalliseksi tärinä on havaittu matalissa asuinrakennuksissa savikoilla. Tärinävaikutus ei yleensä ole ollut mukana kannattavuuslaskelmassa, joskin tärinähaitan arvottamista on joissain hankkeissa kokeiltu muiden maiden yksikköarvoja soveltaen. Tämä mittari kuvaa hankkeen vaikutusta junaliikenteen tärinälle altistumisen määrään. Mittari voidaan ottaa mukaan arviointiin, jos hankkeen vaikutuksista tärinälle altistumiseen on tehty laskelmat ja arviot. Mittari on ehdotus, jota voidaan käyttää sellaisenaan tai soveltaen, jos vaikutus tärinälle altistumiseen on hankkeen päätöksenteossa merkityksellinen vaikutus.

10. Radan estevaikutus

- *Estevaikutuksen indeksi, jolla ei ole mittayksikköä.*

Rata aiheuttaa epätoivotun esteen, hidasteen tai turvallisuusriskin sen eri puolilla sijaitsevien kohteiden saavuttamiselle. Estevaikutus ei ole mukana kannattavuuslaskelmassa. Tällä mittarilla tarkastellaan radan estevaikutusta jalan, pyörällä tai autolla liikkuville ihmisille.

Radan synnyttämän esteen suuruus riippuu radan ylitysmahdollisuuksien määrästä ja laadusta. Jos ylitys on järjestetty tasoristeyksenä, vaikuttaa junaliikenteen määrä esteen suuruuteen. Estevaikutuksen merkitys puolestaan riippuu siitä, kuinka paljon radan ylittäviä kulkijoita on. Estevaikutus lasketaan niissä radankohdissa, joissa on hankkeen mittapuussa merkittävässä määrin pysyvää asutusta tai kulkemista synnyttäviä toimintoja.

Radan estevaikutuksen mittari on ehdotus, joka on määritelty tässä työssä soveltaen ja yhdistäen eri lähteissä⁶ hieman eri tarkoituksiin määriteltyjä mittareita. Mittaria voi ryhtyä testaamaan sellaisenaan tai sitä voi edelleen soveltaen kehittää paremmin vaikutusta kuvaavaksi.

11. Pohjavesien pilaantumisriski

- *Vuotuinen vaarallisten aineiden kuljetussuorite suojaamattomalla pohjavesialueella (tonnikilometriä) ennustevuonna.*

Jos hankkeen vaikutusalueella on merkittäviä pohjavesialueita, niiden turvaaminen on huomioitava. Radalla kuljetettavien vaarallisten aineiden (VAK) suorite suojaamattomalla pohjavesialueella kuvaa välillisesti onnettomuusriskiä ja siitä mahdollisesti seuraavaa pohjavesien altistumista haitallisille aineille. Pohjavesivaikutusten riskiä voidaan pienentää ratalinjauksen sijainnin tai pohjavesisuojausten avulla. Kannattavuuslaskelmassa vaikutusta pohjavesiin ei oteta huomioon.

12. Luonnon monimuotoisuuden heikkeneminen

- *Luonnon monimuotoisuuden heikkenemisen indeksi, jolla ei ole mittayksikköä.*

Ratahankkeiden ensisijaisia ekologisia vaikutuksia ovat elinympäristöjen väheneminen ja pirstoutuminen, eläinkuolleisuuden nousu, sekä erilaiset este-, reuna- ja häiriövaikutukset. Radan alle jäävän pinta-alan lisäksi, laajemmalle alueelle levittäytyvä rakentamisen ja liikenteen aiheuttama häiriö ja estevaikutus vähentävät eliöille soveltuvia elinympäristöjä. Kannattavuuslaskelmassa näitä vaikutuksia ei oteta huomioon.

Tämä mittari kuvaa vaikutusta luonnon monimuotoisuuteen ottaen huomioon seuraavat monimuotoisuuteen vaikuttavat kuormitustekijät:

- ekologisten verkostojen pirstoutuminen
- maaperän peittyminen
- eläin- ja kasvilajien harvinaistuminen
- luonnonsuojelullisesti arvokkaiden alueiden väheneminen.

⁶ Yhdistetty radan estevaikutusta eläimille kuvaava mittari (Helldin et al 2010) ja turvallisuusvaikutusten arviointikertoimet (Malmivuo ja Peltola 2004).

Luonnon monimuotoisuuden heikkenemisen mittari on ehdotus, joka pohjautuu aiempaan kehitystyöhön⁷. Mittaria voi ryhtyä testaamaan sellaisenaan tai sitä voi edelleen soveltaen kehittää paremmin vaikutusta kuvaavaksi.

13. Maiseman ja kulttuuriympäristöjen heikkeneminen

- *Maiseman ja kulttuuriympäristöjen heikkenemisen indeksi, jolla ei ole mittayksikköä.*

Maisema on kokonaisuus, joka muodostuu geomorfologisista, ekologisista sekä kulttuurihistoriallisista tekijöistä sekä niiden vuorovaikutussuhteista. Kulttuuriympäristö on ihmisen rakentamalla, käyttämällä ja viljelemällä muuttamaa ympäristöä. Siihen kuuluvat historia, muinaisjäännökset, rakennukset ja kulttuurimaisema. Kulttuuriympäristön arvo perustuu sen ajalliseen ja alueelliseen kerrostuneisuuteen, joka ilmentää kulttuurin vaiheita sekä ihmisen ja luonnon vuorovaikutuksen muutoksia. Kannattavuuslaskelmassa näitä vaikutuksia ei oteta huomioon.

Maiseman ja kulttuuriympäristöjen heikkenemisen mittari käsittelee maisemaa ja kulttuuriympäristöjä yhdessä. Mittari on ehdotus, joka pohjautuu aiempaan kehitystyöhön⁸. Mittaria voi ryhtyä testaamaan sellaisenaan tai sitä voi edelleen soveltaen kehittää paremmin vaikutusta kuvaavaksi.

5.2.5 Taloudellisten vaikutusten mittarit

14. Tavaraliikenteen liikennöintikustannukset

- *Tavarajunien keskimääräinen liikennöintikustannus (M€/v) suunnittelussa tarkastellulla rataverkolla ennustetilanteessa.*

Ratahankkeella on vaikutuksia tavarajunien liikennöintikustannuksiin, jos junakuljetukset voidaan hoitaa hankkeen seurauksena aiempaa tehokkaammin (mm. isompi kuormakoko, suurempi junapituus, siirtyminen dieselvedosta sähkövetoon). Vaikutukset liikennöintikustannuksiin otetaan kokonaisuudessaan huomioon kannattavuuslaskelmassa. Liikennöintikustannus vaikuttaa junakuljetuksen hinnoitteluun ja sitä kautta yritysten kuljetuskustannuksiin markkinoiden kautta. Tämän mittarin arvo määritetään liikennöintikustannusten perusteella, mutta samalla se kuvaa vaikutusta kuljetuskustannuksiin laajemminkin.

15. Henkilöliikenteen liikennöinnin talous

- *Henkilöliikenteen liikennöinnin tuottajan ylijäämä (M€/vuosi) suunnittelussa tarkastellussa junaliikenteessä ennustetilanteessa.*

⁷ Luontovaikutusten mittareita ovat määrittäneet Korkiala-Tanttu et al (2006) ja niitä on soveltanut Kilpinen (2008).

⁸ Luontovaikutusten mittareita ovat määrittäneet Korkiala-Tanttu et al (2006) ja niitä on soveltanut Kilpinen (2008).

Ratahankkeella on vaikutuksia henkilöliikenteen liikennöintikustannuksiin, jos juna-suoritteet muuttuvat. Jos hanke vaikuttaa junamatkojen määrään (kysyntään), niin tämä vaikuttaa lipputuloihin. Hankkeen kokonaisvaikutusta liikennöinnin talouteen kuvaa liikennöintikustannusten ja lipputulojen yhteenlaskettu muutos (tuottajan ylijäämän muutos), joka kohdistuu markkinaehtoisessa liikenteessä liikennöintiä harjoittavalle yritykselle. Tuottajan ylijäämän muutos sisältyy kokonaisuudessaan kannattavuuslaskelmaan. Jos hankkeen liikenteessä on ostoliikennettä tai muulla tavoin viranomaisen järjestämää liikennettä, vaikuttaa liikennöinnin nettokustannusten muutos todennäköisesti subventiotarpeeseen. Tämän mittarin arvo määritetään liikennöintikustannusten perusteella, mutta samalla se kuvastaa laajemmin hankkeen vaikutusta joukkoliikenteen julkisen rahoituksen tarpeeseen.

5.2.6 Laajempien vaikutusten mittarit

16. Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön

- *Hankevaihtoehdon toteuttamisesta riippuva rakennusoikeus (kerros-m²).*

Ratahankkeella on vaikutus yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön, jos jotkin maankäyttötoiminnot toteutuvat hankkeen seurauksena ja jäävät toteutumatta, jos hanketta ei toteuteta. Maankäyttöjen mahdolliset eroavaisuudet otetaan huomioon liikenne-ennusteiden laadinnassa, ja ne ovat siltä osin mukana kannattavuuslaskelman käyttäjähäyötyjen arviossa. Kannattavuuslaskelman ulkopuolelle jää kuitenkin hankkeesta riippuvan maankäytön muu kuin liikenteellinen merkitys, ja se voi olla hankkeen päätöksenteossa merkityksellinen tieto. Maankäyttövaikutuksen mittarina on pelkistetyksi hankkeen toteuttamisesta riippuva rakennusoikeus.⁹

⁹ Vastaavaa mittaria suosittelee esimerkiksi Sinha ja Labi (2007).

6 Kustannuksen käsittely

6.1 Yleisiä periaatteita

Koska vaikuttavuuden arviointia on perinteisesti pidetty kannattavuuslaskelmaa täydentävänä ja sen ulkopuolisia vaikutuksia huomioivana, on hankkeen investointikustannuksen käsittely jäänyt melko vähäiselle huomiolle vaikuttavuuden arvioinnin menetelmässä ja arviointiraporteissa. Vaikka vaihtoehtojen kustannukset kyllä esitetään kannattavuuslaskelmassa, on kustannuserojen korostaminen ja analysointi usein sivuutettu, ja kustannus on upotettu osaksi H/K-suhdetta. Kustannus on kuitenkin keskeinen osa kokonaisuutta, joten monitavoitteisen päätösanalyysin näkökulmasta kustannuserojen suhteuttaminen vaikuttavuuseroihin on oleellinen osa analyysia.

Tyypillinen arviointiasetelma on sellainen, että hankevaihtoehto verrattuna nollavaihtoehtoon, ja/tai kalliimpi suunnitteluvaihto verrattuna halvempaan, on vaikuttavuudeltaan kiistattomasti parempi, mutta myös selvästi kalliimpi. Näissä tilanteissa pelkien vaikuttavuusmittarien suhteen tehtävä vertailu ei ole kovin antoisaa (koska kallein vaihtoehto voittaa aina), vaan päätöksenteon kannalta keskeisin kysymys koskee sitä, onko vaihtoehtojen vaikuttavuusero niiden kustannuseron *arvoinen*.

Liikenneväylähankkeissa, ja julkisissa hankkeissa ylipäänsä, on monia tämän kysymyksen käsittelyä hankaloittavia piirteitä. Haasteet liittyvät pääosin kustannusten ja vaikutusten kohdistumiseen: jos hyödyn saaja on eri kuin maksaja, eli kustannusero ei ole ”omaa rahaa”, arvostetaan vertailussa pelkkää vaikuttavuutta kustannuksesta välittämättä. Liikenneväylähankkeissa maksaja on tyypillisesti valtio (Liikennevirasto) ja sen saamat yhteiskunnalliset/liikennetaloudelliset hyödyt on periaatteessa arvotettu kannattavuuslaskelmassa. Kannattavuuslaskelmaa täydentävät vaikutukset kohdistuvat tyypillisesti hankkeen paikalliseen ympäristöön ja väestöön. Koska paikalliset eivät ole hankkeen maksajia, heidän ”maksuhalukkuutensa” paikallisen vaikuttavuuden parantamisesta (hyötyjen lisääminen tai haittojen vähentäminen) on lähes ääretön. Näin ollen vaikuttavuuseron arvo suhteessa kustannuseroon riippuu täysin siitä, kysytäänkö arvostusta paikallisilta vai yhteiskunnalta.

Toki hankkeisiin liittyy usein myös paikallista vastustusta, eli hanketta ei haluta minäänlaisena versiona vaan sen vaikutuksia pidetään negatiivisina. Lisähaasteita syntyy yhteisrahoitteisissa hankkeissa, joissa alue (kaupunki) maksaa osan investointikustannuksista. Näissä tilanteissa hankkeen paikalliset puoltajat voivat ajatella positiivisesti, että valtio maksaa osan hankkeesta, joka jäisi muuten kokonaan paikallisten maksettavaksi. Vastustajat puolestaan pitävät paikallista maksuosuutta negatiivisena, eli ”omalle rahalle” nähdään korkeammalle priorisoituja käyttökohteita. Asetelmaan ja kustannuksen arvostukseen vaikuttaa myös se, mitä pidetään investointivaihtoehtoisena käyttönä: Yleisesti vertailukohtana on vaihtoehtojen sijoituskohteiden tuotto. Liikenneviraston investointihankkeiden kontekstissa ensisijaisena vertailukohtana ovat vaihtoehtoiset hankkeet, joiden kesken rajoitettua budjettia jaetaan. Kuntien/kaupunkien kontekstissa vaihtoehtojoukko kattaa myös esimerkiksi stereotyyppisen asetelman ”homekoulujen korjaaminen vai liikennehanke?”. Vaikka hyötyjen, maksajien ja vaihtoehtojen käyttökohteiden pohdinta onkin lähes loputon suo ja näkemysten kirjo on laaja, nämä haasteet vaikuttavat väistämättä kustannuksen merkitykseen kokonaispreferensseissä.

6.2 Subjektiiivisten yksikköhintojen menetelmä

Sekä rahamääräisiä että ei-rahamääräisiä vaikutuksia sisältävien vaihtoehtojen vertailu on klassinen monitavoitteisen päätösanalyysin haaste, johon ei ole kehitetty yksikäsitteistä parasta menettelyä. Tekstissä ”*Practical Value Models*” (Keeney ja Von Winterfeldt, 2007) esitetään ohjenuoraksi, että jos vaihtoehtojen kustannus on keskeinen osa kokonaispreferenssiä, se kannattaa ottaa painottamisen kiintopisteeksi, johon muiden vaikutusten arvostusta suhteutetaan. Kustannuksen merkitys korostuu, jos vaihtoehtojen väliset vaikutuserot ovat pieniä verrattuna niiden välisiin kustannuseroihin. Subjektiiivisten yksikköhintojen menetelmää (*equivalent cost procedure*) suositellaan tilanteisiin, joissa yksi mittareista on kustannus (hankkeen investointikustannus), mittarikohtaiset arvofunktiot ovat lineaarisia ja tuottavat numeerisia arvoja (vaikutusakselit) ja kokonaisarvofunktio on lineaarinen (painotettu summa). Periaatteessa nämä ehdot toteutuvat vaikuttavuuden arvioinnin menettelyssä.

Subjektiiivisten yksikköhintojen menetelmässä vaikutusten mitta-asteikoihin liitetään yksikköhinnat, joista muodostuu akseleille painokertoimet. Yksikköhinnat ovat kuitenkin subjektiiivisiä eivätkä markkinahinnoista johdettuja (kuten kannattavuuslaskelman yksikköarvot). Subjektiiiviset yksikköhinnat kuvaavat arvostuksia maksuhalukkuuden kautta: kuinka paljon enemmän hanke saisi *mielestäni* maksaa, jos tietty vaikutusmittari paranisi tietyn verran? Tai kääntäen: kuinka paljon halvempi hankkeen tulisi olla, jotta hyväksyisin vertailuasetelmaa tietyn verran huonomman vaikutusmittarin arvon? Kun vaikutuksille on määritetty subjektiiiviset yksikköhinnat, vaihtoehtojen preferenssijärjestystä kuvaava kokonaisarvo saadaan laskemalla yhteen investointikustannus (*cost*) ja yksikköhinnoilla kerrotut suunnitteluarvot (*equivalent costs*). Menetelmää on käytetty monissa julkishallinnon investointien päätösanalyysioveluksissa Yhdysvalloissa (mm. von Winterfeldt ym., 2004).

Subjektiiivisten yksikköhintojen asettamiseen on kaksi tapaa, joita voidaan soveltaa myös rinnakkain: 1) marginaalihintojen asettaminen ja 2) koko vaikutusta koskevien yksikköhintojen iterointi. Marginaalihintojen asettamisessa valitaan yksi vaikutus kerrallaan, tarkastellaan hankevaihtoehtojen vaihteluväliä kyseisen vaikutuksen mitta-asteikolla ja valitaan referenssipiste, joka on noin vaihteluvälin puolivälissä. Seuraavaksi arvioidaan subjektiiivista marginaalihintaa hankevaihtoehtojen ja referenssipisteen välille. Jos vaikutuksen mitta-asteikko on esimerkiksi (arvokkaan luonnonympäristön) pinta-ala, pyydetään asettamaan hinta vaihtoehdon pinta-alan ja referenssipisteen pinta-alan erotukselle. Vaihtoehtojen vertaaminen referenssipisteeseen on eduksi siksi, että näin arviot saadaan kohdistumaan relevanttiin suuruusluokkaan ja vaihtoehtojen välisiin eroihin. Jos esimerkiksi kahdesta vaihtoehdosta ensimmäisen pinta-ala on 10 000 hehtaaria ja toisen 11 000, on mielekkäämpää pohtia marginaalihintoja väleillä 10 000–10 500 ja 10 500–11 000 kuin vakioyksikköhintaa koko 11 000 hehtaarille (jälkimmäinen tapa olisi nk. *costing out procedure*). Marginaalikustannuksiin keskittyminen puoltaa myös preferenssimallin lineaarisuutta, koska pieniä muutoksia voidaan yleensä hyvin approksimoida kulmakertoimella.

Koko vaikutusta koskevien yksikköhintojen iteroinnissa asetetaan jokaisen vaikutuksen yksikköhinnalle alkuarvot, joiden voidaan ajatella kuvastavan sitä kuinka paljon yhteiskunta olisi valmis maksamaan yhdestä mittayksiköstä kutakin vaikutusta. Vaihtoehtojen suunnitteluarvot kerrotaan näillä yksikköhinnoilla (vrt. *costing out procedure* edellä), lasketaan tulot yhteen ja lisätään summaan investointikustannus. Näin vaihtoehdot asettuvat alkuarvojen perusteella määräytyvään preferenssijärjestyk-

seen. Jos järjestys on jonkun mielestä ”väärä”, voidaan yksikköhintoja muuttaa ja tarkastella muuttuuko vaihtoehtojen järjestys. Iteroinnissa voidaan myös testata kuinka suuri/pieni tietyn vaikutuksen yksikköhinnan tulisi olla, jotta tietty vaihtoehto nousisi järjestyksessä ensimmäiseksi, tai yleisemmin, millaisiin järjestyksiin vaihtoehdot asettuisivat erilaisilla yksikköhintojen kombinaatioilla. Jos joillekin vaikutusakseleilla kuvatuista vaikutuksista on olemassa viralliset yksikköarvot, voidaan näitä arvoja käyttää kiinnitettynä alkuarvoina, joskaan tällöin kaikki subjektiiviset yksikköhinnat eivät enää olekaan subjektiivisia.

Subjektiivisten yksikköhintojen menetelmä on helpoin ja suositeltavin tapa kustannusten ja vaikutusten painokerrointyyppiseen yhdistämiseen. Sekään ei silti ole helppo eikä välttämättä lainkaan suositeltava tapa, koska

- 1) menetelmää on vaikeaa ohjeistaa kovin tyhjentävästi,
- 2) subjektiiviset yksikköarvot kuvaavat henkilökohtaisia preferenssejä eikä konsensuksen määrittämiseen ole yksiselitteisiä periaatteita,
- 3) joidenkin vaikutusten ”rahamääräistämistä” voidaan pitää arveluttavana, vaikka menetelmässä onkin kyse subjektiivisista arvioista,
- 4) vaikutusmittariston pitäisi periaatteessa sisältää kattavasti kaikki oleelliset vaikutukset (vrt. luku 2.1.3), koska muutoin laskennan tuloksena syntyvä järjestys voidaan sivuuttaa vetoamalla laskelman ulkopuolisiin vaikutuksiin.

Edellä esitetyt haasteet liittyvät vaikutusakselien yhdistämiseen ja painottamiseen yleisemmin. Jos painottamista ja yhdistämistä aiotaan ylipäättään käyttää, on subjektiivisten yksikköhintojen menetelmä suositeltavin painotustekniikka.

Subjektiivisia yksikköhintoja voidaan käyttää suunnittelun tukena ja alustavien vaihtoehtojen karsimisessa, vaikka menetelmää ei suoraan käytettäisikään lopullisen hankesuosituksen muodostamisessa ja hankearviointiraportissa. Suunnitteluvaiheessa voidaan esimerkiksi miettiä, paljonko ollaan valmiita maksamaan 50 lisähenkilön suojaamisesta liikennemelulta tai onko estevaikutuksen lyhentäminen 2 kilometrillä tarvittavan liittymän aiheuttaman lisähinnan arvoista. Tällaisia trade-offeja ja kompromisseja varmasti arvioidaan suunnittelun edetessä, jolloin vaikutusakselit voisivat olla hyödyksi (vrt. myös suositus raportissa Mild ym., 2010). Hankearvioinnin raportointia aiemmissa suunnitteluvaiheissa on yleensä vertailtavana enemmän vaihtoehtoja ja niiden väliset erot ovat pienempiä, mikä lisäisi analyyttisten vertailu- ja painotusmenetelmien toimivuutta ja mielekkyyttä.

6.3 Kustannus- ja nettonykyarvoerot

Yksikköhintamenetelmää suoraviivaisempi tapa kustannuksen roolin korostamiseen osana kokonaispreferenssiä on yksinkertaisesti näyttää vaihtoehtojen kustannuserot vaikuttavuuden arvioinnin yhteenvetotulosten rinnalla. Myös liikennetaloudelliset nettonykyarvot (NPV) voitaisiin näyttää etenkin, jos päätössuositukseksi esitettävä vaihtoehto ei ole H/K-suhteen perusteella kannattavin vaihtoehto. Näin vältetään tilannetta, jossa vaikuttavuutta arvioidaan irrallaan kustannuksesta. Yhdistetyssä arvioinnissa vertailuun valitaan kaksi vaihtoehtoa ja listataan niiden erot vaikutusakseleissa. Analyysin keskeisin kysymys on: ”onko vaihtoehtojen vaikuttavuusero niiden nettonykyarvoeron ja/tai investointikustannuseron arvoinen?”.

Hankevaihtoehdon liikennetaloudellinen nettonykyarvo (NPV) saadaan suoraan kannattavuuslaskelmasta hyötyjen ja kustannusten erotuksena (H-K). Kassavirtojen ajoittuminen ja tarvittava diskonttaus on jo huomioitu laskelmassa. Investointikustannus saadaan suoraan laskelman tiedoista (K). Nettonykyarvon käyttö edellyttää kannattavuuslaskelmaan sisältyvien oletusten hyväksymistä (ennusteet ja yksikköarvot). Nettonykyarvon hyötyosuus on laskennallista liikennetaloudellista rahaa ja kustannus on todellista budjettirahaa. Kustannuseroon vertaamista voidaan pitää tässä suhteessa neutraalimpana.

Koko vaikutusakseliston vertaaminen koko kustannus- tai NPV-eroon on ikään kuin takaperin etenevä yksikköhintamenetelmä. Jos vaihtojen kustannusero on esimerkiksi 60 M€ ja kalliimman vaihtoehdon vaikuttavuus on parempi kolmen mittarin suhteen, voidaan kyseinen kustannusero kohdistaa vaihtoehdot toisistaan erottaville mittareille ja muuntaa edelleen mittayksiköiden yksikköhinnoiksi (joskaan muunnos ei ole yksikäsitteinen). Vastaavassa tilanteessa vaihtoehtojen NPV-erotus voi olla esimerkiksi 100 M€ (jos halvemman vaihtoehdon H/K-suhde on parempi), jolloin kyseisten kolmen vaikutuksen nykyarvon tulisi olla yhteensä 100 M€ kannattavuuslaskelman mukaiselta 30 vuoden laskenta-ajalta.

Riippumatta tavasta, jolla kustannusvertailua tehdään, liittyy etenkin kannattavuuslaskelman ulkopuolisten vaikutusten arvottamiseen ratkaisematon haaste niiden ajallisesta aggregoinnista. Summataanko vaikutukset 30 vuoden laskenta-ajalta ja käytetäänkö diskonttausta? Monista vaikutuksista ei ole käytettävissä vuotuisia suunnitelluarvoja, vaan ainoastaan ennustetilanteen mukainen arvo. Osa vaikutuksista kestää ja tuottaa hyötyä (lähes) koko hankkeen elinkaaren ajan, osa on kertaluonteisempia. Kustannus- ja vaikutuserojen rinnastamisessa onkin vaarana, että verrataan kertakustannusta pitkäaikaiseen vaikutukseen tai toisinpäin. Kustannusvertailun mahdollinen ohjeistaminen edellyttäisi selkeiden periaatteiden määrittämistä sille, mitä vaikutuksia käsitellään ennustetilanteen mukaisina poikkileikkauksina ja mitä koko laskenta-ajan yli yhdistettyinä.

6.4 Yhteenveto kustannuksen käsittelystä

Yksinkertainen suositus kustannuksen käsittelyyn vaikuttavuuden arvioinnissa on vaihtoehtojen kustannusten selkeä esittäminen myös vaikuttavuuden arvioinnin tulosten yhteydessä. Tällä korostetaan kustannuksen roolia osana kokonaispreferenssiä ja päätöksenteon kannalta keskeistä kysymystä: onko vaihtoehtojen vaikuttavuusero niiden kustannuseron arvoinen?

Pidemmälle vietyjä menetelmällisiä lähestymistapoja ovat subjektiivisten yksikköhintojen menetelmä ja nettonykyarvomenetelmä. Näiden välimuotona voidaan pitää esimerkiksi yksittäisten vaikutusakselien arvojen jakamista vaihtoehtojen kustannuksilla. Kustannusten kohdentamista ja yksikkökustannuksia käsitteleviin menetelmiin sisältyy kuitenkin merkittäviä haasteita, joihin ei ole yksikäsitteisiä ratkaisuja, ja jotka voivat johtaa myös virheellisiin tai harhaanjohtaviin tulkintoihin. Yksi suurimmista haasteista liittyy vaikutusten ajalliseen kertymiseen (esimerkiksi kertakustannus ja pitkäaikainen vaikutus tai toisinpäin). Näin ollen on suositeltavaa ja turvallisinta esittää vain vaihtoehtojen kustannusero, ja mahdollisesti nettonykyarvojen ero, vaikuttavuuden arvioinnin rinnalla ilman kohdentamista yksittäisille vaikutusakseleille.

Liikenneviraston näkökulmasta kilpailevien hankkeiden kesken jaetaan rajallista budjettia, joten hankkeiden kustannusten (hankevaihtoehdon ja nollavaihtoehdon kustannusero) merkitys syntyy vertailussa muihin hankkeisiin. Periaatteessa myös yksittäisen hankkeen hankevaihtoehdon valinta pitäisi tehdä rinnastamalla suunnittelu- vaihtoehdojen kustannus- ja vaikutuseroja muiden mahdollisten hankkeiden vaihtoehtoihin. Normaalissa hankearvioinnissa tällaista vertailujoukkoa ei kuitenkaan määritetä, ja kustannuseroja käsitellään vain hankkeen sisäisessä kontekstissa. Liikennepoliittisessa selonteossa nimettyjen yhteysvälihankkeiden arvioinnissa ja priorisoinnissa ollaan kehittämässä ja testaamassa menettelyä, joissa useiden hankkeiden vaihtoehtoja tarkastellaan samanaikaisesti, ja tämä määritelty hankejoukko jakaa yhteisen budjetin. Tällaisessa tarkastelussa myös kustannuksen rooli korostuu selkeästi vaihtoehtoiskustannuksena, koska kalliimman vaihtoehdon valinta jossain hankkeessa vähentää liikkumavaraa toisissa hankkeissa.

7 Johtopäätökset ja suositukset

7.1 Vaikuttavuuden arvioinnin rooli ja käyttö

Vaikuttavuuden arvioinnin menettelyn ja vaikutusakselien keskeisin rooli on määrällisen arvioinnin lisääminen, hyöty-kustannuslaskelman ”avaaminen”, vaikutuspotentiaalin miettiminen ja vaikutusten tehokas viestintä. Mittarien rakentaminen ja soveltaminen ohjaa täsmentämään mitä vaikutuksia halutaan, mitä vaikutuksilla tarkoitetaan ja mitä faktaperusteita eri vaihtoehtojilla on. Vaikutuspotentiaalin kohdalla joudutaan aidosti miettimään, mikä olisi hankkeen reunaehtojen puitteissa mahdollista. Johtopäätökset hankevaihtoehtojen sisällöstä ja parhaana pidettävästä vaihtoehdosta eivät välttämättä muutu, mutta menettelyn täysipainoinen soveltaminen ohjaa perusteellisempaan vaikutusten arviointiin ja tuottaa täsmällisempiä perusteluja hankevaihtoehtojille. Näin ollen vaikuttavuuden arvioinnin menetelmä vastaa osaltaan myös VTV:n esittämään tarpeeseen hankkeiden perusteluiden läpinäkyvyyden parantamisesta (VTV 2010).

Vaikuttavuuden arvioinnin mittaristoa ei kuitenkaan ole täysin vakioitu, joten hankkeiden arviointien yhdenmukaisuutta ei vielä täysin saavuteta. Hankkeiden vertailukelpoisuus edellyttäisi mittareiden vakioinnin lisäksi vielä niiden merkityksen määrittelyä (vrt. ajokustannusten valtakunnallisesti yhdenmukaisiksi sovitut yksikköarvot). Hankkeiden erityispiirteet ohjaavat mitä suositelluista ja ehdotetuista mittareista on tarkoituksenmukaisinta käyttää. Suositusmittareita voidaan pitää lähes vakioimittareina. Ehdotuksia saa käyttää sellaisenaan tai soveltaen. Ne toimivat testattavina ideoina, ja niihin perehtyminen voi toimia inspiraationa uusien paremmin toimivien mittarien kehittämiseksi samaa ilmiötä kuvaamaan. Keskeistä on pyrkimys arvioinnin menetelmällisyyden ja määrällisiin (fakta-) tietoihin perustuvan täsmällisyyden parantamiseen ja vaikutuspotentiaalin määrittämiseen. Mittarien käyttö ei missään tapauksessa tyhjentävästi poista laadullisten asiantuntija-arvioiden tarvetta ja merkitystä, mutta ne voivat toimia arvioinnin runkona, jota täydennetään laadullisilla arvioilla niin mitattujen kuin mittariston ulkopuolelle jäävien vaikutusten sekä yhteisvaikutusten ja vaikutusten merkityksellisyysarvioinnin osalta.

Tässä työssä esitettävät tie- ja ratahankkeiden mittaristot eivät ole tyhjentäviä, eikä kaikkien sidosryhmien toisistaan poikkeavia arvostuksia saada kuvattua mittareilla. Vakiointityötä ei varmastikaan voida vielä täydellisyyteen asti, vaikka siihen kuinka panostettaisiin. Tärkeämpää on mittaristojen ennakoluuloton soveltaminen tulevien tie- ja ratahankkeiden arvioinneissa. Uusia mittareita kehitetään jo käynnissä olevissa T&K-toissa ja mitä todennäköisimmin myös tulevissa arviointisovelluksissa. Koska mittaristot eivät ole teoreettisesta näkökulmasta katsottuna täydellisiä (eivät kata kaikkia päätöksenteossa relevantteja seikkoja ilman päällekkäisyyksiä), ei mittarien painottamisen tai yhteisvaikuttavuuden laskennan kehittämiseen ole tarkoituksenmukaista nyt panostaa. Menetelmiä olisi kyllä olemassa, mutta vaikka vaikuttavuus saataisiinkin laskettua painotettuna summana yhdeksi luvuksi, on kustannuksen rinnastaminen vaikuttavuuteen keskeinen osa kokonaispreferenssiä. Lisäksi eri sidosryhmien preferenssit ovat erilaisia, joten painottamisessa pitäisi ratkaista sekä eri vaikutusten että eri sidosryhmien väliset painokertoimet. Kokonaisuuden arviointi ja päätöksenteko perustuu jatkossakin kannattavuuslaskelman, vaikuttavuuden arvioinnin (vaikutusakseleihin tukeutuen), vaihtoehtojen kustannusten ja toteutettavuuden muodostamaan kokonaisuuteen eri sidosryhmien näkökulmat huomioiden.

Päätöksentekoa ei luonnollisestikaan voi ”ulkoistaa” vaikuttavuuden arvioinnin menettelylle eikä muullekaan arviointimenettelylle, mutta menettelyn tuloksena syntyvällä vaikutusakselistolla (Esimerkki 2 sivulla 31) on myös vahvasti viestinnällinen rooli. Akselistosta havaitsee yhdellä silmäyksellä mihin vaikutuksiin eri vaihtoehtoissa on erityisesti panostettu ja minkä vaikutusten suhteen vaihtoehdot eroavat toisistaan. Akseleihin sisältyvät määrälliset tiedot auttavat konkretisoimaan käsillä olevia trade-off -tilanteita (kuinka paljon vaikutusta saadaan tai menetetään tietyssä vaihtoehdossa verrattuna toiseen). Vaikutuspotentiaalin määrittämiseen tulee panostaa myös viestinnällisestä näkökulmasta, koska vaikuttavuusluvun välittämä oleellinen informaatio perustuu juuri vaikutuspotentiaaliin.

Vaikuttavuuden arvioinnilla tiedot hankkeen vaikutuksista jalostetaan yhdenmukaiseen muotoon ja asteikkoon. Vaikutustietoa tarvitaan päätöksenteon tueksi suunnittelun edetessä ainakin seuraavissa kohdin:

- **Esisuunnittelu:** Hankkeen alustavien vaihtoehtojen vertailu, jonka perusteella päätetään, onko hankkeen suunnittelua järkevä jatkaa vai ei. Alustavalla kannattavuusarvioinnilla on tässä vaiheessa suuri painoarvo. Mittareiden arvojen määrittäminen on suurelta osin vasta suuntaa-antavaa. Vaikuttavuuden mittareiden tarkoitus on lähinnä tunnistaa riskejä (kannattavilta vaikuttavissa hankkeissa) ja potentiaalisia ” muita hyötyjä ” (kannattamattomilta vaikuttavissa hankkeissa).
- **Yleissuunnittelu:** Hankkeen vaihtoehtojen suunnittelu ja vertailu, jonka perusteella jokin vaihtoehtoista valitaan tarkemman suunnittelun kohteeksi, varsinaiseksi suunnitteluvaihtoehdoksi. Vaikutusakselit voidaan varsinaisesti määrittää tässä vaiheessa, kun suunnitteluarvot saadaan selville. Vaikuttavuuden arvioinnissa tulee käsitellä hankkeen kaikki vaihtoehdon valinnan (ja siten ylipäänsä hankkeen) kannalta merkitykselliset vaikutukset.
- **Ohjelmointi/rahoituspäätökset:** Suunnitteluvarannoissa olevista hankkeista valitaan liikennepoliittiseen selontekoon (tai vastaavaan) ne hankkeet, jotka parhaiten vastaavat ohjelman tavoitteita. Vaikuttavuuden arvioinnin tuloksia (ei kaikkia mutta valittuja) esitetään hankkeen ”esittelykorteissa”, joiden varassa valintaprosessi pitkälti on. Ohjelmointivaiheessa ei enää tarvita vaikutusakseleilla esitettyjä tietoja vaan niiden takana olevia valitun vaihtoehdon varsinaisia vaikutustietoja.¹⁰

On tavoiteltavaa, että arvioinnin tarpeet tunnistetaan jo hyvin varhaisessa vaiheessa suunnittelua ja että arviointiprosessi on tavallaan jatkuvasti käynnissä suunnittelun rinnalla. Näin voidaan paremmin vaikuttaa siihen, että suunnittelu, liikenteellisten vaikutusten arviointi ja ympäristövaikutusten arviointi tuottavat riittävästi vaikutustietoa kiinnostavista mittareista.

¹⁰ Koska akselit on määritelty hankekohtaisesti, niin eri hankkeiden suhteelliset tiedot eivät ole informatiivisia enää tässä vaiheessa, kun eri hankkeita verrataan keskenään.

7.3 Suositukset ja kehitystarpeet

Arviointien ja mittarien parhaiden käytäntöjen levittämiseksi olisi hyvä kerätä arviointiohjeet ja tehdyt arvioinnit helposti saataville yhteiseen internet-portaaliin. Arviointiraportit ovat julkisia, mutta hankalasti löydettävissä. Raporttien kokoaminen sähköisesti saataville yhteen paikkaan ei olisi suuri työ. Arviointiohjeet saadaan uusien liikennemuotokohtaisten ohjeiden myötä löytyä lukkoon, mutta uusia mittariehdokkaita kehitetään jatkuvasti muun muassa palvelutasoteemassa. Tieto uusista mittareista voitaisiin jakaa tehokkaasti portaalin kautta.

Varsinaisten mittareiden osalta avoimia kehitystarpeita jää ainakin kevyen liikenteen (kävelyn ja pyöräilyn) ja joukkoliikenteen toimintaedellytysten mittareille sekä laajempien aluekehitysvaikutusten mittareille. Matkojen ja kuljetusten palvelutasotekijöiden mittareista käynnissä oleva kehitystyö tuottanee hankearviointiin käyttökelpoisia mittareita lähivuosina. Tässä raportissa liikenneväyläkontekstiin uusina tuotavat, osoitettuihin referensseihin perustuvat, aiemmin pääosin laadullisina kuvattuihin ilmiöihin kohdistuvat laskentakaavamittarit edellyttävät ennakkoluulotonta testaamista (estevaikutus jalankulkijoille ja pyöräilijöille, luonnon monimuotoisuuden heikkeneminen, maiseman ja kulttuuriympäristöjen heikkeneminen sekä virkistysmahdollisuuksien ja viihtyvyyden heikkeneminen). Käytännön kokeiluista saatavien kokemusten perusteella havaitaan miten mittarit toimivat väylähankkeille ja millaisia jatkekehitystarpeita niiden tiimoilta mahdollisesti syntyy.

Vaikuttavuuden arvioinnin menettelyn kokonaisuuden päälinjat kehitystarpeet ovat lähinnä sovellustarpeita ja niiden yhteydessä tapahtuvaa oppimista. Menettelyä voidaan, ja sitä pitäisi, käyttää varsinaista hankearviointia aikaisemmissa suunnitteluvaiheissa. Esimerkiksi esi- ja yleissuunnittelussa, jossa mietitään uuden liikennepoliittikan hengen mukaisesti laaja-alaisesti myös muita keinoja kuin väylärakentamista. Menettelyn periaatteista tavoiteltavien vaikutusten täsmällinen kuvaaminen (mittarit) ja vaikutuspotentiaalinen määrittäminen soveltuvat erinomaisesti myös karkeampiin suunnitteluvaiheisiin, vaikka vaihtoehtojen yksityiskohdat ja mittarien edellyttämät lähtötiedot eivät olisi selvillä. Mittariston määrittämisen teoriaa (luku 2) voidaan soveltaa myös esimerkiksi palvelutasotavoitteiden ja -mittareiden kehitystyössä.

Toinen menettelyn soveltamisalan laajenemissuunta on ohjelmaston arviointi. Kehityksessä ei kannata hypätä suoraan selonteko-, PTS- tai edes TTS-tasojen ohjelmien tarkasteluun, mutta esimerkiksi vertailukelpoisten yhteysvälihankkeiden tai erilaisten toimenpiteemapakettien kohteiden välisessä priorisoinnissa ja ohjelman muodostamisessa voidaan hyödyntää vaikutusakseleita. Hankkeiden yli vertailukelpoiset mittarit rajoittuvat lähinnä kannattavuuslaskelmaan sisältyviin liikenteellisten vaikutusten mittareihin, mutta niistä muodostetut vaikutusakselit tarjoavat hyvän menetelmällisen rungon systemaattiselle analyysille. Ohjelmaa, eli hankeportfolioa yhteisestä rajatusta budjetista muodostettaessa myös kustannuksen käsittely osana arviointia on selkeämpää. Hankkeen vaihtoehtoiskustannus on toisesta toteuttamatta jäävästä hankkeesta potentiaalisesti saamatta jäävät vaikutukset. Näin ollen suuri osa luvussa 6 käsitellyistä haasteista (kenen rahaa, mikä on vaihtoehtoinen käyttö, mitä trade-offeja kohdataan) tulee luontevasti ratkaistua. Menettelyn kehittäminen on käynnissä Liikennepoliittisen selonteon 2012 vuosien 2016-2022 suunnitteluohjelman yhteysvälihankkeiden toimintamallin laatimisessa, ja sovelluksiin päästään vuoden 2013 aikana.

Viitteet

- Goebel, A., Metsäranta, H. (2007). *Tienpidon vaikutuskartta*. Tiehallinnon selvityksiä 1/2007.
- Helldin, J-O., Seiler, A., Olsson, M. (2010). *Vägar och järnvägar – barriärer i landskapet* CBM:s skriftserie 42. Centrum för biologisk mångfald . Uppsala.
- Keeney, R.L., Raiffa, H. (1976). *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Trade-offs*, John Wiley & Sons, New York.
- Keeney, R.L. (1992). *Value-Focused Thinking: A Path to Creative Decision Making*, Harvard University Press.
- Keeney, R.L. (2002). Common Mistakes in Making Value Trade-offs, *Operations Research* Vol. 50 pp. 935-945.
- Keeney, R.L. (2004). Making Better Decision Makers, *Decision Analysis* Vol. 1 pp. 193-204.
- Keeney, R.L., Gregory, R.S. (2005). Selecting Attributes to Measure the Achievement of Objectives, *Operations Research* Vol. 53 pp. 1-11.
- Keeney, R.L. (2007). Developing Objectives and Attributes, in *Edwards, W., Miles, R.F., von Winterfeldt, D. (eds.), Advances in Decision Analysis – From Foundations to Applications*, Cambridge University Press.
- Keeney, R.L., Von Winterfeldt, D. (2007). Practical Value Models, in *Edwards, W., Miles, R.F., von Winterfeldt, D. (eds.), Advances in Decision Analysis – From Foundations to Applications*, Cambridge University Press.
- Kilpinen, S. (2008). EIMI -indikaattorijärjestelmän käyttö tiehankkeiden ympäristövaikutusten arvioinnissa Tapaus Kaarinan läntinen ohikulkutie. *Tiehallinnon selvityksiä* 24/2008.
- Korkiala-Tanttu L., Tenhunen J., Eskola P., Häkkinen T., Hiltunen M-R. ja Tuominen A. (2006). Väylärakentamisen ympäristövaikutukset ja ekoindikaattorit; Ehdotus arviointijärjestelmäksi. *Tiehallinnon selvityksiä* 22/2006.
- Liikennevirasto (2010). Neliporrasperiaatteen soveltaminen liikennehankkeiden esisuunnittelussa, *Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä* 44/2010.
- Liikennevirasto (2011). Liikenneväylien hankearvioinnin yleisohje, *Liikenneviraston ohjeita* 14/2011.
- Malmivuo Mikko ja Peltola Harri (2004). *Tarva-ohjelman vaikutuskertoimien määrittely*. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 1/2004
- Mild, P., (2010). Painottamisen harhat vaikutusakselien yhdistämisessä, *julkaisematon työmuistio*, Pöyry Finland Oy 27.9.2010.

Mild, P., Hokkanen, J., Ristikartano, J., (2010). Vaikutusakselien yhdistäminen tiehankkeiden arvioinnissa, *Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä* 38/2010.

Metsäranta, H., Berg, I., Tuominen, A., Järvi, T., Tervonen, J., Kiiskilä, K., Seimelä, K., Kautiala, C. (2010). Liikennejärjestelmän tilan kuvaus: ehdotus sisällöstä ja pilotti 2010, *Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja* 24/2010.

RHK (2004). Ratainvestointien hankearviointiohje, *Ratahallintokeskuksen julkaisuja* B12, 2004.

Sinha, K., Labi, S. (2007). *Transportation Decision Making; Principles of Project Evaluation and Programming*. John Wiley & Sons, New Jersey

Von Winterfeldt, D., Eppel, T., Adams, J., Neutra, R., DelPizzo, V. (2004). Managing Potential Health Risks from Electric Powerlines: A Decision Analysis Caught in Controversy, *Risk Analysis*, Vol. 24 pp. 1487-1502.

VTV (2010). Väylähankkeiden toteuttamisen perustelut, *Valtiontalouden tarkastusviraston tuloksellisuuskertomukset* 211/2010.

Akselit tiehankkeiden arvioinneissa

	Vaikutusalue	Vaikutus	Mittari	VT4 Vaajakoski	V7 Hamina-Vaalimaa	VT7 KoLoKo	VT8 Eurajoki	VT8 Raisio-Nousiainen	VT8 ST724 Yhdystie	VT9 Tre-Orivesi	VT12 Joutjärvi-Uusik.	VT12 Tre Rantaväylä	VT22 Oulu-Kajaani	KT40 Turun Kehätie
Saavutettavuus		Sujuvuus, pitkämatkainen	Päätien matka-aika (min)	M	M	M	M	M	M	M			M	M
		Sujuvuus, paikallinen	Rinnakkaistien matka-aika (min)	M										
		Sujuvuus, alueen liikenneverkko	Aikakustannukset (€), vaikutusalue									M		
		Sujuvuus, työ- ja asiointimatkat	Matka-aikasumma, reitit (min)			M			M					
		Sujuvuus, raskas liikenne	Päätien matka-aika, raskaat (min)				M							M
		Ennustettavuus	Rekkajonojen aih. viivytys (min)		M									
		Ennustettavuus	Ruuhkautuvan suoritteiden osuus (%)	M			M			M				M
		Ennustettavuus, keskusta-alue	Liikenteen palvelutaso (HCM-Ik)									M		
		Liikenteen ohjautuminen katuverkolle	KVL ylittävillä katusilloilla (KVL)									M		
Turvallis.		Liikenneturvallisuus	Heva / v	M			M	M	M			M	M	M
		Liikenneturvallisuus	Kuolleet / v		M	M		M		M	M			M
Ympäristö		CO2 päästöt	CO2 t/v	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
		Pohjavesialueet	Ajoneuvosuorite riski-pv-alueella		M	M		M		M				
		Luonnon monimuotoisuus	Luokitus, sanallinen	L	L	L							L	
		Kulttuuriympäristö	Luokitus, sanallinen	L										
		Maisema+kulttuuriyristö	Luokitus, sanallinen									L	L	
		Vesistö+kalakanta+kalastus	Luokitus, sanallinen										L	L
		Rakent. aikaiset haitat rakennuksille	Rakennusten lkm									M		
		Liito-oraville soveltuvat alueet	Pinta-ala, hehtaaria					M						
Ihmissiin kohdistuvat		Liikennemelulle altistuminen	Altistuvat hlö	M	M	M	M	M	M	M	M	M		M
		Hiukkaspäästöille altistuminen	Päästöille altistuvat hlö		M							M		
		Estevaikutus	Laskennallinen este pituus (km)		M	M			M					
		Estevaikutus	Luokitus, sanallinen									L		L
		Asumisen laatu (pysyvä+loma)	Luokitus, sanallinen											L
		Asuinalueen viihtyisyys ja turvallisuus	KVL asuinalueen läpikulku tiellä					M		M				
		Rekkajonojen haitat ihmisille	Haitan väh-%, oletuksia+ laskelma		M									
Yhdyskuntarakenne		Kevyen liikenteen olosuhteet	Matka-aika valituilla reiteillä (min)	M				M						
		Kevyen liikenteen olosuhteet	Väylien määrä (km ja/tai lkm)			M	M		M					
		Kevyen liikenteen olosuhteet	Luokitus, sanallinen									L		
		Kevyen liikenteen olosuhteet	Eritasoristeyksia valtatiellä, kpl					M						
		JKL palvelutaso	Luokitus, sanallinen									L	L	
		JKL edellytykset (yllä ennustettavuus)	Ruuhkautuvan suoritteiden osuus (%)	M										
		Yhdyskuntarakenteen kehittyminen	Luokitus, sanallinen		L		L					L	L	
		Maankäytön kehittämismahdollisuudet	Alueiden luokitus, sanallinen-pisteet									L		
Alueiden kehittäminen		Palveluiden+virikistysalueiden saavut.	Luokitus, sanallinen										L	
		Matkailu (yritykset+kotitaloudet)	Luokitus, sanallinen										L	
		Elinkeinoelämän toimintaedellytykset	Haastattelu, mieluisuusjärjestys										L	
		Elinkeinoelämän kulj. tntaedlytykset	Raskaan Laikakustannukset (€)								M			
		Kuntakeskus - teol. alue saavutettavuus	Matka-aika, painotettu (min)				M							
Talous		Kunnossapitokustannukset	MEUR (summa 30v tai 50v)	M								M	M	
		Rakentamiskustannukset	MEUR (vaikutusakselinä)									M		
		Ajoneuvokustannukset	MEUR / v (vaikutusakselinä)							M				
M		Määrällinen, mitattava	Vuosi	-11	-09	-10	-11	-10	-09	-10	-10	-10	-11	-10
		Laadullinen, sanallinen luokitus+pisteet	Tyyppi	HA	HA	HA	YS	HA	HA	HA	HA	YS	ES	YS
			Vaihtoehtojen lukumäärä (sis. 0)	5	3	2	3	2	2	2	2	3	3	2
			Määrällisiä mittareita (M)	9	9	8	6	10	6	7	8	10	4	7
			Laadullisia mittareita (L)	2	2	1	0	1	0	0	0	5	9	3
			Mittareita yhteensä	11	11	9	6	11	6	7	8	15	13	10

Tiehankeiden mittarikortit

	H/K	Suositus	Ehdotus
Tiemittarikorttien yhteenveto			
Liikenteellisen palvelutason mittarit			
1. Pääsuunnan matka-aika arkipäivän ruuhka-aikaan	X	X	
2. Pääsuunnan matka-aika viikonloppuliikenteessä	X	X	
3. Pääsuunnan raskaan liikenteen keskimääräinen matka-aika	X	X	
4. Paikallisen liikenteen keskimääräinen matka-aika	(X)	X	
5. Pääsuunnan liikenteen ruuhkautuvuus	X	X	
<i>Palvelutaso-teemasta tulossa häiriöherkkyyden mittareita</i>			
Liikenneturvallisuuden mittarit			
6. Henkilövahinko-onnettomuudet suunnittelualueella	X	X	
7. Tieliiikenneonnettomuuksissa kuolleet suunnittelualueella	X	X	
Ympäristövaikutusten mittarit			
8. Tieliiikenteen yli 55 dB melulle altistuminen	X	X	
9. Tieliiikenteen CO ₂ -päästöt	X	X	
10. Pohjavesien pilaantumisriski		X	
11. Estevaikutus jalankulkijoille ja pyöräilijöille			X
12. Luonnon monimuotoisuuden heikkeneminen			X
13. Maiseman ja kulttuuriympäristöjen heikkeneminen			X
14. Virkistysmahdollisuuksien ja viihtyvyyden heikkeneminen			X
Taloudellisten vaikutusten mittarit			
<i>Ajoneuvokustannukset ennustevuonna (kevyet/raskaat)</i>			
<i>Tieliiikenteen polttoaineen kulutus ennustevuonna</i>			
<i>Väyläpitäjän menot kunnossapidosta</i>			
Laajempien seurausvaikutusten mittarit			
15. Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön			X
Koostettavat mittarit (constructed scales), yleisohje			X
<i>Kevyen liikenteen, kävelyn ja pyöräilyn olosuhteet</i>			
<i>Joukkoliikenteen olosuhteet ja toimintaedellytykset</i>			
Suositus: Suositeltava mittari, jos asia on hankkeessa ylipäättään relevantti. Ehdotus: Mittariehdotus, jota voi käyttää sellaisenaan tai soveltaen. H/K: Mittarin kuvaama vaikutus sisältyy myös kannattavuuslaskelmaan (sulkeissa merkittyjen mittareiden sisältyminen laskelmaan ei itsestään selvää)			

Mittarin nimi	1. Pääsuunnan matka-aika arkipäivän ruuhkatuntina
Määritelmä	Yhteyden toimivuuden parantaminen on jokaisen tiehankkeen ensisijaisia tavoitteita. Pääsuunnan matka-aika arkipäivän ruuhkatuntina kuvaa hankkeen vaikutusta läpikulkevan liikenteen päivittäiseen palvelutasoon. Pääsuunnan matka-aika on keskeinen osa kannattavuuslaskelmaa, joten vaikutusakselin rooli on avata laskelmaa. Vaikutukset paikalliseen liikenteeseen ja matka-ajan vaihteluun esitetään erikseen.
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Arkipäivän ruuhkatunnin liikenteen keskimääräinen matka-aika (minuuttia:sekuntia) suunnittelualueen pääsuunnan relevanteimpien päätepisteiden välillä ennustevuonna. Huipputunti joko määritetään liikennemallista tai käytetään vuoden 300. vilkkainta tuntia.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on matka-ajan minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että pisin tarkasteltava matka-aika saa arvon 0 % ja lyhin matka-aika saa arvon 100 %.
Tietolähde	Ajokustannuslaskennan nopeusmallit, IVAR, liikenteen sijoittelumalli (Emme) tai muu vakioitu tapa matka-ajan laskentaan.
Huonoin arvo	Pisin tutkituista vaihtoehtoista löytyvä matka-aika ennustetilanteessa (yleensä nollavaihtoehto) tai muu tätä pidempi matka-aika, joka on kuitenkin realistinen ja perusteltu.
Paras arvo	Matka-ajalle mahdollisesti suunnittelussa asetettu tavoite, lyhin tutkituista vaihtoehtoista löytyvä matka-aika tai muu tätä lyhempi matka-aika, joka on kuitenkin realistinen ja perusteltu.
Vakiointi	Suosittelava mittari. Käytetään tarkoituksenmukaisimmin määritettävissä olevaa arkipäivän ruuhkatuntia.

Mittarin nimi	2. Pääsuunnan matka-aika viikonlopun ruuhkatuntina
Määritelmä	Yhteyden toimivuuden parantaminen on jokaisen tiehankkeen ensisijaisia tavoitteita. Pääsuunnan matka-aika viikonlopun ruuhkatuntina kuvaa hankkeen vaikutusta läpikulkevan liikenteen palvelutasoon ”mökki-liikenteessä”. Pääsuunnan matka-aika sisältyy kannattavuuslaskelmaan, joten vaikutusakselin rooli on avata laskelmaa.
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Vuoden 50. vilkkaimman tunnin liikenteen keskimääräinen matka-aika (minuuttia:sekuntia) suunnittelualueen pääsuunnan relevanteimpien päätepisteiden välillä ennustevuonna.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on matka-ajan minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että pisin tarkasteltava matka-aika saa arvon 0 % ja lyhin matka-aika saa arvon 100 %.
Tietolähde	Ajokustannuslaskennan nopeusmallit, IVAR, liikenteen sijoittelumalli (Emme) tai muu vakioitu tapa matka-ajan laskentaan.
Huonoin arvo	Pisin tutkituista vaihtoehtoista löytyvä matka-aika ennustetilanteessa (yleensä nollavaihtoehto) tai muu tätä pidempi matka-aika, joka on kuitenkin realistinen ja perusteltu.
Paras arvo	Matka-ajalle mahdollisesti suunnittelussa asetettu tavoite, lyhin tutkituista vaihtoehtoista löytyvä matka-aika tai muu tätä lyhempi matka-aika, joka on kuitenkin realistinen ja perusteltu.
Vakiointi	Suosittelava mittari, jos viikonloppuruuhkautuminen on hankkeessa merkittävää ja vaihtoehtojen välille muodostuu eroja, jotka eivät ilmene riittävästi arkipäivän ruuhkatunnin mittarista.

Mittarin nimi	3. Pääsuunnan raskaan liikenteen keskim. matka-aika
Määritelmä	Elinkeinoelämän kuljetusten toimivuuden parantaminen on usein tiehankkeen ensisijaisia tavoitteita. Pääsuunnan raskaan liikenteen keskimääräinen matka-aika kuvaa hankkeen vaikutusta läpikulkevan raskaan liikenteen palvelutasoon kaikkina vuorokaudenaikoina. Pääsuunnan matka-aika ja raskaan liikenteen aikakustannukset sisältyvät kannattavuuslaskelmaan, joten vaikutusakselin rooli on avata laskelmaa.
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Raskaan liikenteen vuositason keskimääräinen matka-aika (minuuttia:sekuntia) suunnittelualueen pääsuunnan relevanteimpien päätepiSTEIDEN välillä ennustevuonna. Vuositason keskimääräinen matka-aika kattaa vuoden kaikki tunnIt.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on matka-ajan minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että pisin tarkasteltava matka-aika saa arvon 0 % ja lyhin matka-aika saa arvon 100 %.
Tietolähde	Ajokustannuslaskennan nopeusmallit, IVAR, liikenteen sijoittelumalli (Emme) tai muu vakioitu tapa raskaan liikenteen matka-ajan laskentaan.
Huonoin arvo	Pisin tutkituista vaihtoehtoista löytyvä matka-aika ennustetilanteessa (yleensä nollavaihtoehto) tai muu tätä pidempi matka-aika, joka on kuitenkin realistinen ja perusteltu.
Paras arvo	Matka-ajalle mahdollisesti suunnittelussa asetettu tavoite, lyhin tutkituista vaihtoehtoista löytyvä matka-aika tai muu tätä lyhempi matka-aika, joka on kuitenkin realistinen ja perusteltu.
Vakiointi	Suosittelava mittari, jos raskaan liikenteen osuus on hankkeessa merkittävä, vaihtoehtojen välillä on tämän mittarin suhteen eroja (esimerkiksi nopeusrajoituksissa) ja raskaan liikenteen matka-aika saadaan laskettua.

Mittarin nimi	4. Paikallisen liikenteen keskimääräinen matka-aika
Määritelmä	Paikallisen liikenteen olosuhteiden parantaminen tai vähintään turvaaminen on jokaisen tiehankkeen tavoitteena. Paikallisen liikenteen matka-aika kuvaa hankkeen vaikutusta paikallisen liikenteen palvelutasoon. Paikallisen liikenteen matka-aika sisältyy yleensä kannattavuuslaskelmaan, ellei sitä ole vähäisen merkityksen takia rajattu pois tarkastelusta. Vaikutusakselin rooli on täydentää tai avata laskelmaa. Vaikutukset pitkämatkaiseen liikenteeseen ja matka-ajan vaihteluun esitetään erikseen.
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Yhteenlaskettu vuositason keskimääräinen matka-aika (minuuttia:sekuntia) suunnittelualueelta alkavien tai sinne päätyvien matkojen osalta ennustevuonna. Jos kaikkia matkoja ei voida käsitellä, voidaan valita 1-4 reittiä (pisteparia), joiden perusteella keskimääräinen matka-aika määritetään. Pisteparit valitaan kuvaamaan alueen paikallisen liikenteen (määrän) kannalta merkittävimpiä reittejä, joihin hanke vaikuttaa. Reitit voivat kulkea hankkeen pääsuuntaa risteävästi, pääsuunnan suuntaisesti (rinnakkaistie) ja/tai osittain hankkeen pääsuuntaa käyttäen. Keskimääräinen matka-aika kattaa vuoden kaikki tunnit. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää ruuhka-ajan matka-aikaa (arkipäivän huippu-tunti tai vuoden 300. vilkkain tunti).
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on matka-ajan minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että pisin tarkasteltava matka-aika saa arvon 0 % ja lyhin matka-aika saa arvon 100 %.
Tietolähde	Ajokustannuslaskennan nopeusmallit, IVAR, liikenteen sijoittelumalli (Emme) tai muu vakioitu tapa matka-ajan laskentaan.
Huonoin arvo	Pisin tutkituista vaihtoehdoista löytyvä matka-aika ennustetilanteessa (yleensä nollavaihtoehto) tai muu tätä pidempi matka-aika, joka on kuitenkin realistinen ja perusteltu.
Paras arvo	Matka-ajalle mahdollisesti suunnittelussa asetettu tavoite, lyhin tutkituista vaihtoehdoista löytyvä matka-aika tai muu tätä lyhempi matka-aika, joka on kuitenkin realistinen ja perusteltu.
Vakiointi	Suosittelava mittari, jos hankkeen vaikutusalueen sisäiselle, sieltä alka-valle tai sinne päätyvälle liikenteelle kohdistuvat vaikutukset ovat hankkeen päätöksenteon kannalta merkittäviä.

Mittarin nimi	5. Pääsuunnan liikenteen ruuhkautuvuus
Määritelmä	Yhteyden toimivuuden parantaminen on jokaisen tiehankkeen ensisijaisia tavoitteita. Matka-ajan ennustettavuus kuvaa ruuhkautumisen vähenemistä ja liikenteen sujuvuuden parantumista. Sujuvuuden parantuminen on sisällä vuotuisessa keskimääräisessä matka-ajassa ja siten osa kannattavuuslaskelmaa, mutta vaikutusakselin rooli on korostaa kuinka suureen osaan tienkäyttäjistä ruuhkautumisongelma kohdistuu.
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Ruuhkautuvan liikennesuoritteiden osuus koko vuoden liikennesuoritteesta (prosenttia) suunnittelualueen pääsuunnan relevanteimpien pääteipisteiden välillä ennustevuonna. Ruuhkautuneeksi lasketaan liikennesuorite, jonka HCM-palvelutaso on E tai F tai jonka nopeus on X % vapaata nopeutta alempi (käytettävä nopeuden alenema X on esitettävä). Lasketaan osuudet koko vuoden liikennesuoritteesta, ei vain yksittäisen tuntijärjestystunnin osuuksia.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on ruuhkautuvan liikennesuoritteiden osuuden minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että suurin tarkasteltava ruuhkautumisprosentti saa arvon 0 % ja pienin ruuhkautumisprosentti saa arvon 100 %.
Tietolähde	IVAR tai vastaava laskentaohjelmisto, jossa HCM-palvelutasot ja niiden osuudet liikennesuoritteesta lasketaan vakioidulla tavalla.
Huonoin arvo	Suurin tutkituista vaihtoehtoista löytyvä ruuhkautumisprosentti ennustetilanteessa (yleensä nollavaihtoehto) tai muu tätä suurempi ruuhkautumisprosentti, joka on kuitenkin realistinen ja perusteltu.
Paras arvo	Ruuhkautumisprosentille mahdollisesti suunnittelussa asetettu tavoite, pienin tutkituista vaihtoehtoista löytyvä ruuhkautumisprosentti tai muu tätä pienempi ruuhkautumisprosentti, joka on kuitenkin realistinen ja perusteltu.
Vakiointi	Suositeltava mittari. Pääsuunnan mittarin lisäksi voidaan esittää vastaavalla tavalla a) erikseen suoriteosuus HCM-palvelutasolla F, jos paha ruuhkautuminen on hankkeessa erityisen merkittävää, ja/tai b) vastaava(t) mittari(t) paikallisen liikenteen reittejä kuvaavalta tai muulta pääsuuntaa laajemmalta verkolta, jos paikallisen liikenteen ruuhkautuminen on hankkeessa erityisen merkittävää.

Mittarin nimi	6. Henkilövahinko-onnettomuudet suunnittelualueella
Määritelmä	Liikenneturvallisuuden parantaminen on jokaisen tiehankkeen ensisijaisia tavoitteita. Liikenneturvallisuuden ensisijaisena mittarina käytetään henkilövahinko-onnettomuuksien (heva) määrää. Kuolemaan johtavat onnettomuudet voidaan lisäksi esittää erikseen.
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Henkilövahinko-onnettomuuksien (heva) määrä suunnittelussa tarkasteltavalla liikenneverkolla ennustevuonna.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on heva-onnettomuuksien määrän minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että suurin tarkasteltava onnettomuusmäärä saa arvon 0 % ja pienin onnettomuusmäärä saa arvon 100 %.
Tietolähde	Ajokustannuslaskennan turvallisuusmallit, IVAR, TARVA, liikenteen sijoittelumalli (Emme) tai muu vakioitu tapa heva-onnettomuuksien määrän laskentaan.
Huonoin arvo	Suurin tutkituista vaihtoehtoista löytyvä onnettomuusmäärä ennustetilanteessa (yleensä nollavaihtoehto) tai muu tätä suurempi onnettomuusmäärä, joka on kuitenkin realistinen ja perusteltu.
Paras arvo	Onnettomuusmäärälle mahdollisesti suunnittelussa asetettu tavoite, pienin tutkituista vaihtoehtoista löytyvä onnettomuusmäärä tai muu tätä pienempi onnettomuusmäärä, joka on kuitenkin realistinen ja perusteltu.
Vakiointi	Suosittelava mittari

Mittarin nimi	7. Tieliikenneonnettomuuksissa kuolleet suunnittelualueella
Määritelmä	Liikenneturvallisuuden parantaminen on jokaisen tiehankkeen ensisijaisia tavoitteita. Onnettomuuksissa kuolleet voidaan esittää erikseen, jos kuolemaan johtavat onnettomuudet ovat hankkeessa erityisen relevantteja ja vaihtoehtojen välillä on merkittävää eroa (esimerkiksi keski-kaiteellisia osuuksia tai muita vakavuusasteeseen erityisesti vaikuttavia eroavaisuuksia).
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Tieliikenneonnettomuuksissa kuolleiden määrä (kuolleita, kpl) suunnittelussa tarkasteltavalla liikenneverkolla ennustevuonna.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on kuolleiden määrän minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että suurin tarkasteltava kuolleiden määrä saa arvon 0 % ja pienin määrä saa arvon 100 %.
Tietolähde	Ajokustannuslaskennan turvallisuusmallit, IVAR, TARVA, liikenteen sijoittelumalli (Emme) tai muu vakioitu tapa onnettomuuksissa kuolleiden määrän laskentaan.
Huonoin arvo	Suurin tutkituista vaihtoehtoista löytyvä kuolleiden määrä ennustetilanteessa (yleensä nollavaihtoehto) tai muu tätä suurempi määrä, joka on kuitenkin realistinen ja perusteltu.
Paras arvo	Kuolleiden määrälle mahdollisesti suunnittelussa asetettu tavoite, pienin tutkituista vaihtoehtoista löytyvä kuolleiden määrä tai muu tätä pienempi määrä, joka on kuitenkin realistinen ja perusteltu.
Vakiointi	Suosittelava mittari, jos kuolemaan johtavat onnettomuudet ovat hankkeessa erityisen relevantteja.

Mittarin nimi	8. Tieliikenteen yli 55 dB melulle altistuminen
Määritelmä	Liikenteen melulle altistuvien henkilöiden määrän vähentäminen tai ainakin mahdollisimman pieni lisääminen on jokaisen tiehankkeen tavoitteena tai reunaehtona. Melulle altistumisten määrään vaikuttavat etenkin tien liikennemäärä, nopeudet, maankäytön muutokset tien melualueella sekä hankkeessa toteutettava meluntorjunta.
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Tieliikenteen yli 55 dB melulle altistuvien henkilöiden määrä suunnittelualueella (joihin hanke vaikuttaa) ennustevuonna. Yhdenmukaisuuden vuoksi suositellaan käyttämään raja-arvona 55 dB meluallistusta.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on melulle altistuvien henkilöiden määrän minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että suurin tarkasteltava henkilömäärä saa arvon 0 % ja pienin henkilömäärä saa arvon 100 %.
Tietolähde	Meluselvitys, ympäristövaikutusten arviointiselvitys tai muu tieliikenteen ajokustannusten laskentaohjeen mukainen melulle altistuvien henkilöiden määrän laskentaan.
Huonoin arvo	Suurin tutkituista vaihtoehtoista löytyvä henkilömäärä ennustetilanteessa (yleensä nollavaihtoehto) tai muu tätä suurempi määrä, joka on kuitenkin realistinen ja perusteltu.
Paras arvo	Melulle altistuvien henkilöiden määrälle mahdollisesti suunnittelussa asetettu tavoite (voi olla myös nolla, jos se on hankkeen rajauksilla ja reunaehdoilla mahdollista), pienin tutkituista vaihtoehtoista löytyvä henkilömäärä tai muu tätä pienempi määrä, joka on kuitenkin realistinen ja perusteltu.
Vakiointi	Suosittelava mittari. Mahdollisia poikkeamia ovat melun raja-arvon muuttaminen tai melukustannusten esittäminen. Melukustannusten laskennassa huomioidaan eri dB-tasojen merkitys, mutta tuloksen tulokintana altistuvien henkilöiden määrä on selkeämpi.

Mittarin nimi	9. Tieliikenteen CO ₂ -päästöt
Määritelmä	Liikenteen hiilidioksidipäästöjen vähentäminen on liikennepoliittinen yleistavoite. Vaikka tyypillisten tiehankkeiden suunnitteluvaihtoehdot poikkeavat toisistaan päästöjen suhteen vain vähän, hiilidioksidipäästöt on kuitenkin syytä esittää vaikuttavuuden arvioinnin vakiomittaristossa. Päästöjen esittämisellä voidaan viestiä, että vaihtoehtojen erot ja vaikutukset ovat vähäisiä, sekä se vähentävätkö vai lisäävätkö suunnitteluvaihtoehdot päästöjä nollavaihtoon verrattuna.
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Tieliikenteen CO ₂ -päästöjen määrä (tonnia/v) suunnittelussa tarkasteltavassa liikenteessä ennustevuonna.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on CO ₂ -päästöjen määrän minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että suurin CO ₂ -päästöjen määrä saa arvon 0 % ja pienin CO ₂ -päästöjen määrä saa arvon 100 %.
Tietolähde	Hankkeen liikenne-ennuste (suoritemäärät, liikenteen koostumus) ja päästökertoimet (esim. LIPASTO), IVAR.
Huonoin arvo	Suurin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä arvo.
Paras arvo	Pienin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä arvo. Parhaana (tavoiteltavana) arvona ei yleensä tule käyttää yleisistä ilmastotavoitteista johdettavaa päästövähennysprosenttia, koska tiehankkeen yhdelläkään suunnitteluvaihtoehdolla ei yleensä erityisesti pyritä päästöjen vähentämiseen.
Vakiointi	Suosittelava mittari, vaikka tiehankkeilla ei yleensä ole juurikaan vaikutusta hiilidioksidipäästöihin.

Mittarin nimi	10. pohjavesien pilaantumisriski
Määritelmä	<p>Jos hankkeen vaikutusalueella on merkittäviä pohjavesialueita, niiden turvaaminen on huomioitava. Liikennesuorite suojaamattomalla pohjavesialueella kuvaa välillisesti sekä liukkaudentorjunnan aiheuttamaa kuormitusta että onnettomuusriskiä ja siitä mahdollisesti seuraavaa pohjavesien altistumista haitallisille aineille. Pohjavesivaikutusten riskiä voidaan pienentää tielinjauksen sijainnin tai pohjavesisuojausten avulla.</p> <p>Raskaan liikenteen osuutta tai muita erityisiä riskitekijöitä ei tarvitse erotella, ellei suunnitteluvaihtoehtojen välillä ole eroja niiden osalta. Yleensä voidaan olettaa, että hankealueen liikennesuorite, sen ajoneuvojakauma ja kuljetusten ominaisuudet ovat samat suunnitteluvaihtoehdosta riippumatta, joten oleellinen ero on se, kulkeeko tätä liikennesuoritetta suojaamattomalla pohjavesialueella vai ei.</p> <p>Pohjavesisuojausten arvioidaan pienentävän pohjavesien pilaantumisen riskiä 70 %, joten suojauksen vaikutus otetaan huomioon kertomalla pohjavesialueella kulkeva liikennesuorite kertoimella 0,3.</p>
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Vuotuinen liikennesuorite suojaamattomalla pohjavesialueella (ajoneuvokilometriä) ennustevuonna.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on suojaamattomalla pohjavesialueella kulkevan liikennesuoritteiden minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että suurin tarkasteltava liikennemäärä saa arvon 0% ja pienin liikennemäärä saa arvon 100%.
Tietolähde	Ympäristövaikutusten arviointiselostus ja/tai muu suunnitteluaineisto. Jos pohjavesivaikutus on hankkeessa merkittävä, mittariin tarvittavat lähtötiedot on yleensä selvitetty.
Huonoin arvo	Suojaamattomalla pohjavesialueella kulkevaa liikennesuoritetta ("spv-suorite") pyritään minimoimaan, joten huonoin arvo on suurin tarkasteltava spv-suorite. Suurin spv-suorite on jonkin tutkitun vaihtoehdon spv-liikennesuorite ennustevuonna. Tätä suurempaa spv-suoritetta ei ole tarpeen arvioida, ellei se ole hankkeessa erityisen perusteltua.
Paras arvo	Suojaamattomalla pohjavesialueella kulkevaa liikennesuoritetta ("spv-suorite") pyritään minimoimaan, joten paras arvo on pienin tarkasteltava spv-suorite. Pienin spv-suorite on jonkin tutkitun vaihtoehdon spv-liikennesuorite ennustevuonna. Tätä pienempää spv-suoritetta ei ole tarpeen arvioida (esimerkiksi suunnitteluvaihtoehdoista irrallisia erittäin laajamittaisia pohjavesisuojausjauksia, joiden toteuttamista ei kuitenkaan pidettäisi realistisena), ellei se ole hankkeessa erityisen perusteltua.
Vakiointi	Suosittelava mittari, jos pohjavesien pilaantumisriski on hankkeessa merkittävä, vaihtoehtojen välillä tämän mittarin suhteen eroja (esimerkiksi tien linjauksessa tai pohjavesisuojausten laajuudessa) ja tarvittavat lähtötiedot saadaan arvioitua suunnitteluaineistoista.

Mittarin nimi	11. Estevaikutus jalankulkijoille ja pyöräilijöille
Määritelmä	<p>Tie aiheuttaa epätoivotun esteen, hidasteen tai turvallisuusriskin sen eri puolilla sijaitsevien kohteiden saavuttamiselle. Tällä mittarilla tarkastellaan tien estevaikutusta jalan tai pyörällä liikkuville ihmisille. (Tien vaikutus paikallisen autoliikenteen matka-aikoihin sekä eläinten kulkureitteihin ja maiseman pirstoutumiseen tarkastellaan muissa mittareissa).</p> <p>Tien synnyttämän esteen suuruus riippuu tien mittasuhteista, liikennemäärästä, liikennevirran nopeudesta sekä tien ylitystä helpottavista rakenteista, kuten suojatiet, kanavoinnit ja alikulut. Estevaikutuksen merkitys puolestaan riippuu siitä, kuinka paljon tien ylittäviä jalankulkijoita ja pyöräilijöitä on. Estevaikutus lasketaan niissä kohteissa, joissa on hankkeen mittakaavaan suhteutettuna merkittävässä määrin pysyvää asutusta tai kulkemista synnyttäviä toimintoja (noin 500–1000 metrin säteellä).</p> <p>Hankevaihtoehdon synnyttämän estevaikutuksen ϵ_{ve} suuruus lasketaan tien vuorokausiliikenteen KVL ja korjauskertoimien K_v, K_{ras} ja K_{tur} tulona. Liikennemäärä kertoo tien perusestevaikutuksen ottaen välillisesti huomioon myös tien leveyden. Korjauskertoimilla otetaan huomioon liikenteen ominaisuuksista johtuva onnettomuusriski sekä tehtävien toimien vaikutus onnettomuusriskiin:</p> $(1) \epsilon_{ve} = \sum_{i=1}^n (N_i \times KVL_i \times K_{v_i} \times K_{r_i} \times K_{t_i}) \mid n \geq 1; \epsilon_{ve} = 0 \mid n = 0$ <p>ϵ_{ve} = Hankevaihtoehdon estevaikutusindeksi N_i = Potentiaalinen kulkijoiden määrä vuorokaudessa tienkohdassa i. Jos jalankulun ja pyöräilyn määrästä ei ole tarkempaa tietoa, voidaan käyttää HLT:n mukaista keskimääräistä arvoa 0,6 jalankulkijaa ja 0,3 polkupyöräilijää asukasta kohden vuorokaudessa. KVL_i = Väylän liikennemäärä tienkohdalla i kohdalla</p> $(2) K_{v_i} = \left(\frac{v}{50}\right)^4 \mid v = \text{liikennevirran nopeus} \frac{km}{h} \text{ tienkohdassa } i$ $(3) K_{r_i} = 0,667 + 3,33x \mid x = \text{raskaan liikenteen osuus \%} \text{ tienkohdassa } i$ $(4) K_{t_i} = \prod_{j=1}^n K_{t_j} \mid n \geq 1; K_{t_j} = 1 \mid n = 0$ <p>K_{t_j} = Tarva-kerroin estevaikutusta lieventävälle toimenpiteelle, joita ovat esimerkiksi:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Ali- tai ylikulku jalankulkijoille ja pyöräilijöille: 0,70 – Saarekkeet: 0,95 – Kiertoliittymä: 0,85 – Eritasoliittymä: 0,60 – Linja-autopysäkki liityntäyhteyksineen: 0,80 – Tievalaistus: 0,90 – Valo-ohjaus 4-haaraliittymään: 0,70 – Valo-ohjaus 3-haaraliittymään: 0,90 – Koroke suojatielle: 0,80 – Suojatien valo-ohjaus: 0,75 – Suojatiejärjestelyt: 0,90

Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Indeksi, jolla ei ole mittayksikköä.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoitettava suunta on estevaikutuksen minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että suurin indeksi saa arvon 0 % ja pienin estevaikutusindeksi saa arvon 100 %.
Tietolähde	Indeksin laskemisessa tarvittavat lähtötiedot saadaan suunnitelman liikenne- ja maankäyttötiedoista.
Paras arvo	Pienin suunnitteluvaihtoehtoista löytyvä indeksin arvo.
Huonoin arvo	Suurin suunnitteluvaihtoehtoista löytyvä indeksin arvo.
Vakiointi	Ehdotus, jota voi käyttää sellaisenaan tai soveltaen, jos tien estevaikutus on hankkeessa merkittävä asia ja vaihtoehtojen välillä tämän mittarin suhteen eroja.

Mittarin nimi	12. Luonnon monimuotoisuuden heikkeneminen
Määritelmä	<p>Luonnon monimuotoisuudella eli biodiversiteetillä tarkoitetaan lajien sisäistä perinnöllistä vaihtelua, lajien runsautta ja elinympäristöjen monimuotoisuutta. Tiehankkeiden ensisijaisia ekologisia vaikutuksia ovat elinympäristöjen väheneminen ja pirstoutuminen, eläinkuolleisuuden nousu, sekä erilaiset este-, reuna- ja häiriövaikutukset. Tien alle jäävän pinta-alan lisäksi, laajemmalle alueelle levittäytyvä rakentamisen ja liikenteen aiheuttama häiriö ja estevaikutus vähentävät eliöille soveltuvia elinympäristöjä.</p> <p>Mittarin määrittämisessä otetaan huomioon seuraavat monimuotoisuuden vaikuttavat kuormitustekijät:</p> <ul style="list-style-type: none"> – ekologisten verkostojen pirstoutuminen (<i>EVP</i>) – maaperän peittyminen (<i>MP</i>) – eläin- ja kasvilajien harvinaistuminen (<i>EKH</i>) – luonnonsuojelullisesti arvokkaiden alueiden väheneminen (<i>LAV</i>). $(1) \text{EVP}_{ve} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{Av_i}{Aa_i} \right) \times \left(\frac{KVL_i}{10\,000} \right) \times K_i \mid n \geq 1 ; \text{EVP}_{ve} = 0 \mid n = 0$ <p><i>EVP_{ve}</i> = Hankevaihtoehdon osaindeksi ekologisten verkostojen pirstoutumiselle <i>Av_i</i> = Väylän (ml. suoja-alue) pinta-ala viheralueella <i>i</i> <i>Aa_i</i> = Väylän halkoman viheralueen <i>i</i> kokonaispinta-ala <i>KVL_i</i> = Väylän liikennemäärä viheralueen <i>i</i> kohdalla <i>K_i</i> = Viheralueen <i>i</i> arvoa kuvaava kerroin:</p> <ol style="list-style-type: none"> 5: <i>Luonnon ydinalueet</i> ovat rauhallisia, laajoja, eläimistölle tärkeitä tavanomaisen maa- ja metsätalouden piirissä olevia metsäalueita. 4: <i>Ekologiset käytävät</i> ovat vaihtelevan levyisiä metsäkäytäviä tai metsä-peltoketjuja, jotka ylläpitävät ydinalueiden toimintaa ja muodostavat leviämisteitä ja johtokäytäviä eläinten liikkua alueelta toiselle. Ne ovat metsäketjujen tai lehtipuukasvillisuuden muodostamia reittejä, jokilaaksoja tai peltoalueen läpi kulkevia saarimaisia ketjuja. 3: <i>Seudullinen ekologinen yhteys</i> turvaa mm. rannikkoalueen ja sisämaan alueiden yhteydet toisiinsa sekä Natura-alueiden väliset yhteydet. Käyttäjiä ovat mm. esimerkiksi laajalla alueella liikkuvat suuret nisäkkäät. 2: <i>Paikallinen verkosto</i> turvaa yksittäisten eläinten ja eläinryhmi- en päivittäisen toimeentulon ja liikkumistarpeet. Kaupunkien ekologinen verkosto on pääsääntöisesti paikallista ekologista verkostoa. 1: <i>Rakentamisesta ja/tai muista maankäytön muutoksista johtuen heikentynyt viheryhteys</i>. Yhteys on merkittävästi kaventunut tai katkeillut paikoin, eikä se enää toimi turvallisena liikkumis- reittinä. Toimivan viheryhteyden leveys haja-asutusalueilla on noin 400–1000 metriä. Esikaupunkialueella noin 250–300 metriä. $(2) \text{MP}_{ve} = \Delta Av_{ve}$ <p><i>MP_{ve}</i> = Hankevaihtoehdon osaindeksi maaperän peittymiselle</p>

	<p>ΔAv_{ve} = Väyläpinta-alan (ml. suoja-alueet) muutos tarkastellulla verkolla hankevaihtoehdossa</p> <p>(3) $EKH_{ve} = Lm_{ve}$</p> <p>EKH_{ve} = Hankevaihtoehdon osaindeksi eläin- ja kasvilajien harvinaistumiselle Lm_{ve} = Arvokkaiden lajien lukumäärä hankevaihtoehdon vaikutusalueella</p> <p>(4) $LAV_{ve} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{Av_i}{Aa_i} \right) n \geq 1 ; LAV_{ve} = 0 n = 0$</p> <p>$LAV_{ve}$ = Hankevaihtoehdon osaindeksi luonnonsuojelullisesti arvokkaiden alueiden vähenemiselle Av_i = Hankevaihtoehdon takia purettava ala suojelualueesta i Aa_i = Suojelualueen i kokonaispinta-ala</p> <p>Kokonaisindeksi luonnon monimuotoisuuden vähenemiselle hankevaihtoehdossa LMI_{ve} määritetään seuraavasti:</p> <p>(5) $LMI_{ve} = 0,35 \times \left(\frac{EVP_{ve}}{EVP_{max}} \right) + 0,25 \times \left(\frac{MP_{ve}}{MP_{max}} \right) + 0,15 \times \left(\frac{EKH_{ve}}{EKH_{max}} \right) + 0,25 \times \left(\frac{LAV_{ve}}{LAV_{max}} \right)$</p> <p>$X_{max}$ = Kunkin osaindeksin suurin arvo tarkastelluista vaihtoehdoista Osaindeksien painokertoimia (summa = 1) voi perustellen muuttaa hankkeeseen paremmin sopivaksi</p>
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Indeksi, jolla ei ole mittayksikköä.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on vaikutuksen minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että suurin kokonaisindeksi saa arvon 0 % ja pienin kokonaisindeksi saa arvon 100 %.
Tietolähde	Indeksin laskemisessa tarvittavat lähtötiedot saadaan ympäristövaikutusten arviointiselostuksesta.
Paras arvo	Pienin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä kokonaisindeksin arvo.
Huonoin arvo	Suurin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä kokonaisindeksin arvo.
Vakiointi	Ehdotus, jota voi käyttää sellaisenaan tai soveltaen, jos tien vaikutus luonnon monimuotoisuuteen on hankkeessa merkittävä asia ja vaihtoehtojen välillä tämän mittarin suhteen eroja.

Mittarin nimi	13. Maiseman ja kulttuuriympäristöjen heikkeneminen
Määritelmä	<p>Maisema on kokonaisuus, joka muodostuu geomorfologisista, ekologisista sekä kulttuurihistoriallisista tekijöistä sekä niiden vuorovaikutussuhteista. Kulttuuriympäristö on ihmisen rakentamalla, käyttämällä ja viljelemällä muuttamaa ympäristöä. Siihen kuuluvat historia, muinaisjäännökset, rakennukset ja kulttuurimaisema. Kulttuuriympäristön arvo perustuu sen ajalliseen ja alueelliseen kerrostuneisuuteen, joka ilmentää kulttuurin vaiheita sekä ihmisen ja luonnon vuorovaikutuksen muutoksia.</p> <p>Maiseman ja kulttuuriympäristöjen heikkenemisen mittari käsittelee maisemaa ja kulttuuriympäristöjä yhdessä:</p> $(1) MKH_{ve} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{Av_i}{Aa_i} \right) \times K_i \times H_i \mid n \geq 1; MKH_{ve} = 0 \mid n = 0$ <p>MKH_{ve} = Hankevaihtoehdon indeksi maiseman ja kulttuuriympäristöjen heikkenemiselle Av_i = Väylän (ml. suoja-alue) pinta-ala maisemaltaan tai kulttuuriympäristöltään arvokkaalla alueella i Aa_i = Väylän halkoman maisemaltaan tai kulttuuriympäristöltään arvokkaan alueen i kokonaispinta-ala K_i = Alueen i arvoa kuvaava kerroin:</p> <p>3: <i>Valtakunnallisesti</i> arvokas maisema tai kulttuuriympäristö. 2: <i>Seudullisesti</i> arvokas maisema tai kulttuuriympäristö. 1: <i>Paikallisesti</i> arvokas maisema tai kulttuuriympäristö.</p> <p>H_i = Alueelle i aiheutuvaa haittaa kuvaava kerroin:</p> <p>3: <i>Suuri haitta.</i> Kohdeympäristö on erityisen herkkä väylän aiheuttamille vaikutuksille, väylä kulkee alueen halki tai sillä on muuten suuri visuaalinen ja/tai toiminnallinen estevaikutus ympäristössä, haittavaikutukset ovat välittömiä sekä välillisiä ja luonteeltaan pysyviä. Kulttuuriympäristö tai sen osat voivat tuhoutua täysin. 2: <i>Kohtalainen haitta.</i> Väylä kulkee alueella ja sillä on välittömiä sekä välillisiä haitallisia vaikutuksia alueen nykytilaan ja kehitykseen, väylä aiheuttaa kohtalaisen visuaalisen ja/tai toiminnallisen estevaikutuksen, väylä heikentää em. tavoilla selvästi kulttuuriympäristön arvoa, lieventävistä toimenpiteistä huolimatta. 1: <i>Vähäinen haitta.</i> Kohdeympäristöllä on suuri kyky kestää väylän aiheuttamia muutoksia ympäristössä (ei herkkä), väylä ei kulje alueella tai kulkee sen vierestä, alueen arvot ovat jo valmiiksi heikentyneet tai ne tulevat heikentymään tulevaisuudessa muiden hankkeiden johdosta, väylällä on vain lievä estevaikutus ja haittavaikutuksia on mahdollista lieventää erilaisin toimenpitein.</p>
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Indeksi, jolla ei ole mittayksikköä.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on vaikutuksen minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että suurin indeksi saa arvon 0 % ja pienin indeksi saa arvon 100 %.

Tietolähde	Indeksin laskemisessa tarvittavat lähtötiedot saadaan ympäristövaikutusten arviointiselostuksesta.
Paras arvo	Pienin suunnitteluvaihtoehtoista löytyvä indeksin arvo.
Huonoin arvo	Suurin suunnitteluvaihtoehtoista löytyvä indeksin arvo.
Vakiointi	Ehdotus, jota voi käyttää sellaisenaan tai soveltaen, jos tien vaikutus maisemaan on hankkeessa merkittävä asia ja vaihtoehtojen välillä tämän mittarin suhteen eroja.

Mittarin nimi	14. Virkistysmahdollisuuksien ja viihtyvyyden heikkeneminen
Määritelmä	<p>Virkistysmahdollisuuksien ja viihtyvyyden heikkenemiseen vaikuttavia kuormitustekijöitä ovat alueiden pirstoutuminen, maankäytön muutos ja maaperän peittyminen, luontokokemus, (koetut) maisema-arvot ja arvokkaat kulttuuriympäristöt.</p> <p>Virkistysmahdollisuuksien ja viihtyvyyden heikkenemistä mitataan indeksillä VP_{ve}, joka ottaa huomioon virkistysalueen pirstoutumisen:</p> $(1) VP_{ve} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{A1_i}{A2_i} \right) n \geq 1 ; VP_{ve} = 0 n = 0$ <p>VP_{ve} = Hankevaihtoehdon indeksi virkistysmahdollisuuksien ja viihtyvyyden heikkenemisestä $A1_i$ = Hankevaihtoehdon halkaiseman asukkailla merkityksellisen virkistysalueen i pienempi puoli. $A2_i$ = Hankevaihtoehdon halkaiseman asukkailla merkityksellisen virkistysalueen i suurempi puoli.</p>
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Indeksi, jolla ei ole mittayksikköä.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on vaikutuksen minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että suurin indeksi saa arvon 0 % ja pienin indeksi saa arvon 100 %.
Tietolähde	Indeksin laskemisessa tarvittavat lähtötiedot saadaan ympäristövaikutusten arviointiselostuksesta.
Paras arvo	Pienin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä indeksin arvo.
Huonoin arvo	Suurin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä indeksin arvo.
Vakiointi	Ehdotus, jota voi käyttää sellaisenaan tai soveltaen, jos tien vaikutus virkistysmahdollisuuksiin on hankkeessa merkittävä asia ja vaihtoehtojen välillä tämän mittarin suhteen eroja.

Mittarin nimi	15. Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön
Määritelmä	Tiehankkeella on vaikutus yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön, jos jotkin maankäyttötoiminnot toteutuvat hankkeen seurauksena ja jäävät toteutumatta, jos hanketta ei toteuteta. Maankäyttöjen mahdolliset eroavaisuudet otetaan huomioon liikenne-ennusteiden laadinnassa, ja ne ovat siltä osin mukana kannattavuuslaskelman käyttäjähyötyjen arviossa. Kannattavuuslaskelman ulkopuolelle jää kuitenkin hankkeesta riippuvan maankäytön muu kuin liikenteellinen merkitys, ja se voi olla hankkeen päätöksenteossa merkityksellinen tieto.
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Hankevaihtoehdon toteuttamisesta riippuva rakennusoikeus (kerros-m ²). Myös muita osatekijöitä voidaan käyttää (vrt. koostettavien mittareiden yleisohje). Vaikutuksen piirissä olevat maa-alueet voidaan pilkkoa pienempiin osiin, jos vaikutukset poikkeavat alueiden välillä toisistaan.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on rakennusoikeuden maksimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että pienin rakennusoikeus saa arvon 0 % ja suurin rakennusoikeus saa arvon 100 %.
Tietolähde	Ympäristövaikutusten arviointiselostus ja/tai muu suunnitteluaineisto.
Huonoin arvo	Pienin suunnitteluvaihtoehtoista löytyvä rakennusoikeuden määrä.
Paras arvo	Suurin suunnitteluvaihtoehtoista löytyvä rakennusoikeuden määrä.
Vakiointi	Mittariehdotus, jota voidaan käyttää, jos vaikutus rakennusoikeuksien määrään on hankkeessa merkittävä asia ja vaihtoehtojen välillä tämän mittarin suhteen eroja.

Mittarin nimi	Koostettavat mittarit (constructed scales), yleisohje
Määritelmä	<p>Tiehankeissa esiintyy tyypillisesti useita kannattavuuslaskelman ulkopuolisia vaikutuksia, joiden mittareita ei saada suoraan laskentaohjelmista (esimerkiksi vaikutukset luontoon ja vesistöihin, rakennettuun ympäristöön ja maisemaan sekä yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön).</p> <p>Perinteisesti näitä vaikutuksia on kuvattu laadullisina asiantuntija-arvioina, yleensä sanallisena kuvauksena, käytettävissä olevia määrällisiä tietoja vaihtelevasti hyödyntäen.</p> <p>Koostettavia mittareita muodostettaessa tulisi kiinnittää huomiota mittarin mahdollisimman hyvään täsmällisyyteen ja yksikäsitteisyyteen, mittarin osien keskinäisten arvostusten huomiointiin ja osien yhdistämisen logiikkaan.</p>
Mitta-asteikko	<p>Mitta-asteikko voi koostua useasta osatekijästä. Mittaria muodostettaessa tulee miettiä mistä asioista/ilmiöistä tarkasteltava asia koostuu, mistä seikoista tilanteessa ollaan kiinnostuneita ja mitkä näistä osista ovat kyseisessä hankkeessa suuruusluokaltaan merkittäviä. Jokaista merkitykselliseksi arvioitua osaa on hyvä kuvata tai mitata erikseen ja yhdistää osat niiden suhteelliset arvostukset huomioiden. Vain sellaiset osatekijät, jotka ovat merkityksellisiä ja joiden suhteen vaihtoehdot eroavat toisistaan, on tarkoituksenmukaista ottaa osaksi mittari</p> <p>Osatekijöiden mitta-asteikoissa tulisi pyrkiä käyttämään määrällisiä tietoja. Täsmällisyyden nimissä tulisi välttää asteikoita, joissa tasot poikkeavat toisistaan vain määrää kuvailevan adjektiivin osalta ("melko", "varsin", "hyvin", "erittäin"). Osatekijöistä on usein saatavilla määrällistä tietoa, esimerkiksi eläinten tai rakennusten lukumääriä, pintaaloja, suhteellisia osuuksia, asukasmääriä, kerrosneliöitä jne. Vaikka kaikkia määrällisiä tietoja ei osattaisi luotettavasti arvioida, on läpinäkyvämpää pilkkoa mittari täsmällisiin osatekijöihin. Arvioinnin epävarmuus ei perustele mitta-asteikon "sumentamista" tulkinnaltaan epäselväksi.</p>
Arvoasteikko	<p>Vaihtoehdot voidaan joko pisteyttää kunkin osatekijän suhteen tai osatekijän mitta-asteikko voidaan skaalata esimerkiksi siten, että paras taso saa arvon 1 ja huonoin taso saa arvon 0. Osatekijät yhdistetään varsinaisen mittarin arvoksi esimerkiksi painotettuna summana ja/tai muunlaisia yhdistelysääntöjä noudattaen.</p> <p>Yhdistämisessä on tärkeää huomioida osatekijöiden merkitys (vrt. painokerroin) suhteessa toisiinsa. Merkityksen määrittämisessä tulisi huomioida a) osatekijän "tärkeys" asiana yleisesti ja b) vaihtoehtojen vaihteluväli ja suuruusluokka osatekijän suhteen. Tärkeääkin asia ei välttämättä ole kovin merkityksellinen, jos vaihtoehtojen väliset erot ovat pieniä tai kaikki vaihtoehdot ovat asian suhteen suuruusluokaltaan mitättömiä.</p> <p>Yhdistelysääntöjen logiikka tulisi esittää sellaisella tarkkuudella, että mittariin perehtyvä ulkopuolinen pystyy päättämään miksi kunkin vaihtoehto on saanut arvonsa mittarin suhteen.</p>
Tietolähde	YVA, erillisselvitykset ja asiantuntija-arviot. Tietolähde ja asiantuntija-arvioiden perusteet on esitettävä.
Huonoin arvo	Huonoin arvo on tapauskohtainen, ja se määritetään kullekin osatekijäl-

	le erikseen. Yleisohje on, että mitta-asteikkoa ei ole tarpeen venyttää tutkitun vaihtoehtojoukon ulkopuolelle, koska mittari kuvaa kyseisen hankkeen vaihtoehtojen suhteita toisiinsa.
Paras arvo	Paras arvo on tapauskohtainen, ja se määritetään kullekin osatekijälle erikseen. Yleisohje on, että mitta-asteikkoa ei ole tarpeen venyttää tutkitun vaihtoehtojoukon ulkopuolelle, koska mittari kuvaa kyseisen hankkeen vaihtoehtojen suhteita toisiinsa.
Vakiointi	Yleisohje koostettavien mittarien muodostamiseen.

Ratahankkeiden mittarikortit

Ratamittarikorttien yhteenveto	H/K	Suositus	Ehdotus
Liikenteellisen palvelutason mittarit			
1. Nopein matka-aika pääkeskukseen	X	X	
2. Paras junatarjonta	X	X	
3. Suurin mahdollinen tavarajunien määrä	(X)	X	
4. Junaliikenteen täsmällisyys	(X)	X	
Liikenneturvallisuuden mittarit			
5. Tasoristeysturvallisuus	(X)	X	
6. Tieliikenteen turvallisuus	X	X	
Ympäristövaikutusten mittarit			
7. Liikenteen CO ₂ -päästöt	X	X	
8. Junaliikenteen melulle altistuminen	X	X	
9. Junaliikenteen tärinälle altistuminen			X
10. Radan estevaikutus			X
11. Pohjavesien pilaantumisriski			X
12. Luonnon monimuotoisuuden heikkeneminen			X
13. Maiseman ja kulttuuriympäristöjen heikkeneminen			X
Taloudellisten vaikutusten mittarit			
14. Tavaraliikenteen liikennöintikustannukset	X	X	
15. Henkilöliikenteen liikennöinnin talous	X	X	
Laajempien seurausvaikutusten mittarit			
16. Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön	(X)	X	
Suositus: Suositeltava mittari, jos asia on hankkeessa ylipäättään relevantti Ehdotus: Mittariehdotus, jota voi käyttää sellaisenaan tai soveltaen H/K: Mittarin kuvaama vaikutus sisältyy myös kannattavuuslaskelmaan (sulkeissa merkittyjen mittareiden sisältyminen laskelmaan ei itsestään selvää)			

Mittarin nimi	1. Nopein matka-aika pääkeskukseen
Määritelmä	<p>Junien nopeuden nosto on kaukoliikenteessä keskeisiä rataverkon kehittämisen tavoitteita, ja sillä on merkitys myös lähiliikenteessä. Junaliikenteen nopeuden ja tarjonnan yhteisvaikutus tulee kokonaisuutena otettua huomioon kannattavuuslaskelmassa. Tällä mittarilla havainnollistetaan sitä, kuinka suureen matkanopeuteen hankkeen seurauksena voidaan päästä.</p> <p>Tarkastelun kohteeksi valitaan jokin hankkeen nopeusvaikutusta havainnollisesti kuvaava yhteysväli, jolta valitaan ennustetilanteen aikataulusta nopein yksittäinen yhteys. Tarkasteltavia yhteysvälejä voi olla enemmän kuin yksi, jolloin mittarina käytetään tarkasteltavien yhteysvälien nopeimpien matka-aikojen keskiarvoa. Yleisperiaatteena on määrittää mittari siten, että se kuvaa mahdollisimman hyvin tarkasteltavan hankkeen vaikutusta henkilöliikenteen nopeuteen.</p>
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Nopein matka-aika (minuuttia:sekuntia) tarkasteluun valitulla yhteysvälillä hankkeen valmistuttua.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on nopeimman matka-ajan minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että pisin matka-aika saa arvon 0 % ja lyhin matka-aika saa arvon 100 %.
Tietolähde	Nopein matka-aika selvitetään ennustetilanteen aikataulusta. Parhaimmillaan käytössä voi olla ennustetilanteen graafinen aikataulu, mutta arvio voi olla myös huomattavasti karkeampi.
Huonoin arvo	Pisin suunnitteluvaihtoehtoista löytyvä nopeimman matka-ajan arvo (tai asiantuntija-arviona tätäkin pidempi matka-aika, joka on kuitenkin realistinen ja perusteltu).
Paras arvo	Nopeimman matka-ajan tavoitearvo tai lyhin suunnitteluvaihtoehtoista löytyvä nopeimman matka-ajan arvo.
Vakiointi	Suosittelava mittari, jos henkilöliikenteen nopeuden nosto on hankkeessa merkityksellinen asia.

Mittarin nimi	2. Paras junatarjonta
Määritelmä	<p>Junatarjonnan lisäämisen mahdollistaminen on lähiliikenteen rata-hankkeiden keskeisiä tavoitteita, ja sillä on merkitys myös kaukoliikenteessä. Junaliikenteen nopeuden ja tarjonnan yhteisvaikutus tulee kokonaisuutena otettua huomioon kannattavuuslaskelmassa. Tällä mittarilla havainnollistetaan sitä, kuinka suureen junatarjontaan hankkeen seurauksena voidaan päästä.</p> <p>Tarkastelun kohteeksi valitaan jokin hankkeen tarjontavaikutusta havainnollisesti kuvaava asema. Asemia voi olla enemmän kuin yksi, jolloin mittarina käytetään asemakohtaisten vuoromäärien keskiarvoa. Asemia voi myös tyypitellä kokonsa perusteella, ja määrittää erilliset mittarit esimerkiksi suurille ja pienille asemille. Yleisperiaatteena on määrittää mittari siten, että se kuvaa mahdollisimman hyvin tarkasteltavan hankkeen vaikutusta henkilöliikenteen junatarjontaan.</p>
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Keskimääräinen junavuorojen (lähtöjen) määrä asemalta yhteen suuntaan (kpl/h) tarkasteluun valituilla asemilla ennustetilanteessa.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on junatarjonnan maksimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että pienin junatarjonta saa arvon 0 % ja suurin junatarjonta saa arvon 100 %.
Tietolähde	Paras junatarjonta selvitetään ennustetilanteen aikataulusta. Parhaimmillaan käytössä voi olla ennustetilanteen graafinen aikataulu, mutta arvio voi olla myös huomattavasti karkeampi.
Huonoin arvo	Pienin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä vuoromäärä (tai asiantuntija-arviona tätäkin pienempi vuoromäärä, joka on kuitenkin realistinen ja perusteltu).
Paras arvo	Junatarjonnan tavoiteltavaa tasoa vastaava vuoromäärä tai suurin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä vuoromäärä.
Vakiointi	Suosittelava mittari, jos henkilöliikenteen junatarjonnan lisääminen on hankkeessa merkityksellinen asia.

Mittarin nimi	3. Suurin mahdollinen tavarajunien määrä
Määritelmä	<p>Sekaliikennetiedoilla tavarajunat väistävät henkilöliikennettä. Radan kapasiteetti ja henkilöjunien määrä ja nopeus määrittävä toisin sanoen sen, kuinka paljon ratakapasiteettia jää tavarajunien käyttöön. Mahdollisuus lisätä tavarajunia vaikuttaa sekä tavaraliikenteen kulkutapaosuuteen että kuljetuskustannuksiin. Nämä otetaan huomioon kannattavuuslaskelmissa. Tällä mittarilla havainnollistetaan sitä, kuinka suureen tavarajunien määrään hankkeen seurauksena on mahdollista päästä.</p> <p>Tavarajunien suurinta mahdollista määrää arvioidaan koko tarkasteltavalta rataverkolta ottaen huomioon ratakapasiteetin ja henkilöjunien määrän muutos hankkeen seurauksena. Lisäksi otetaan huomioon, että noin 80 % kapasiteetista voidaan käyttää ilman merkittävää häiriöherkkyyden kasvua. Yleisperiaatteena on määrittää mittari siten, että se kuvaa mahdollisimman hyvin tarkasteltavan hankkeen vaikutusta tavarajunien käytössä olevaan kapasiteettiin ja mahdollisuuden lisätä tavarajunaliikenteen määrää.</p>
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Tavarajunien (mahdollinen) määrä (kpl/vrk) molempiin suuntiin suunnittelussa tarkasteltavalla rataverkolla ennustetilanteessa ilman että ratakapasiteetin käyttöaste ylittää 80 %.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on tavarajunien mahdollisen määrän maksimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että pienin mahdollinen tavarajunien määrä saa arvon 0 % ja suurin mahdollinen tavarajunien määrä saa arvon 100 %.
Tietolähde	Suurin mahdollinen tavarajunien määrä selvitetään ennustetilanteen aikataulusta. Parhaimmillaan käytössä voi olla ennustetilanteen graafinen aikataulu, mutta arvio voi olla myös huomattavasti karkeampi.
Huonoin arvo	Pienin suunnitteluvaihtoehtoista löytyvä tavarajunien määrä (tai asiantuntija-arviona tätäkin pienempi tavarajunien määrä, joka on kuitenkin realistinen ja perusteltu).
Paras arvo	Tavoite tavarajunien käytössä olevalle kapasiteetille tai suurin suunnitteluvaihtoehtoista löytyvä tavarajunien määrä.
Vakiointi	Suositeltava mittari, jos tavarajunien käytössä olevan ratakapasiteetin lisääminen on hankkeessa merkityksellinen asia.

Mittarin nimi	4. Junaliikenteen täsmällisyys
Määritelmä	<p>Junaliikenteen täsmällisyyden parantaminen on keskeinen tavoite etenkin vilkkaiden ratojen ja Helsingin seudun liikenteeseen vaikuttavissa hankkeissa. Junaliikenteen aikataulunmukainen kulku on junaliikenteen perusoletus, mutta käytännössä myöhästymisiä tapahtuu teknisten vikojen ja häiriöiden takia (kalusto, rata, sähkörata, turvalaitteet, liikenteen ohjaus), matkustajien ja henkilökunnan toiminnan seurauksena tai ulkoisten syiden (kuten eläinonnettomuus, poikkeuksellinen sää) takia.</p> <p>Junaliikenteen täsmällisyyden mittarina on häiriötilanteista aiheutuvien viivytysten keskimääräinen kesto. Häiriötilanteiden tarkastelu ja niiden muutosten arviointi on valittava hankekohtaisesti ja käytettävissä olevien lähtötietojen ja menetelmien puitteissa. Yleisperiaatteena on määrittää mittari siten, että se kuvaa mahdollisimman hyvin tarkasteltavan hankkeen vaikutusta junaliikenteen täsmällisyyteen.</p>
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Häiriötilanteista aiheutuva keskimääräinen viivytys (s/juna) suunnitellussa tarkasteltavassa liikenteessä ennustetilanteessa.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on viivytyksen minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että suurin viivytys saa arvon 0 % ja pienin viivytys saa arvon 100 %.
Tietolähde	Hankkeen vaikutus häiriötilanteisiin voidaan selvittää häiriötilanteen simuloinnilla, jos sellainen sisältyy suunnitelman laadintaan. Arviointi voidaan tehdä myös yksinkertaisemmin käyttämällä kohteen täsmällisyystilastoja toteutuneista myöhästymisistä syineen ja arvioiden hankkeen toimenpiteiden vaikutuksia näihin syihin.
Huonoin arvo	Suurin suunnitteluvaihtoehtoista tai simuloinnin herkkyystarkasteluista löytyvä viivytys, joka on kuitenkin realistinen ja perusteltu.
Paras arvo	Täsmällisyydelle asetettu tavoite tai pienin suunnitteluvaihtoehtoista tai simuloinnin herkkyystarkasteluista löytyvä viivytys, joka on kuitenkin realistinen ja perusteltu.
Vakiointi	Suosittelava mittari, jos junaliikenteen täsmällisyyden parantaminen on hankkeessa merkityksellinen asia.

Mittarin nimi	5. Tasoristeysturvallisuus
Määritelmä	Ratahankkeiden suorat turvallisuusvaikutukset syntyvät tasoristeysten vähentämisestä. Tasoristeysturvallisuuden mittarina on tasoristeysten määrä suunnittelualueella.
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Tasoristeysten lukumäärä (kpl) suunnittelussa tarkasteltavalla rataverkolla ennustetilanteessa.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on tasoristeysten määrän minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että suurin tasoristeysten määrä saa arvon 0 % ja pienin tasoristeysten määrä arvon 100 %.
Tietolähde	Hankkeen suunnitelma.
Huonoin arvo	Suurin suunnitteluvaihtoehtoista löytyvä arvo.
Paras arvo	Tavoite tasoristeysten määrälle tai pienin suunnitteluvaihtoehtoista löytyvä arvo.
Vakiointi	Suosittelava mittari, jos tasoristeysturvallisuuden parantaminen on hankkeessa merkityksellinen asia.

Mittarin nimi	6. Tieliikenteen turvallisuus
Määritelmä	<p>Jos hanke vaikuttaa junamatkojen määrään, on tällä oletettavasti vaikutusta tieliikenteen suoritteisiin ja siten tieliikenteen onnettomuuksien ja henkilövahinkojen määrään.</p> <p>Tämä mittari ottaa huomioon kysyntämuutosten kautta tuleva vaikutuksen tieliikenteen henkilövahinko-onnettomuuksien määrään vaikutusalueella.</p>
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Tieliikenteen henkilövahinko-onnettomuuksien (heva) määrä suunnitellussa tarkasteltavalla tie- ja katuverkolla ennustevuonna.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on heva-onnettomuuksien määrän minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että suurin tarkasteltava onnettomuusmäärä saa arvon 0 % ja pienin onnettomuusmäärä saa arvon 100 %.
Tietolähde	Mittarin arvon määrittämiseen tarvitaan liikenne-ennusteen arvio tieliikenteen suoritemuutoksista ja tieliikenteen onnettomuustilastojen perusteella määritelty keskimääräinen heva-onnettomuuden riski suoritetta kohden. Vaikutus voidaan määrittää myös tarkemmilla tiedoilla, jos sellaisia on käytettävissä.
Huonoin arvo	Suurin henkilövahinkojen määrä suunnitteluvaihtoehdoissa, joka saavutetaan tavallisesti nollavaihtoehdon ennustetilanteessa.
Paras arvo	Pienin henkilövahinkojen määrä suunnitteluvaihtoehdoissa, joka saavutetaan tavallisesti siinä vaihtoehdossa, jossa junaliikenteen kysynnän kasvu (siirtymä) on suurin.
Vakiointi	Suosittelava mittari, jos kysyntämuutoksen vaikutus tieliikenteen turvallisuuteen on hankkeessa merkityksellinen asia.

Mittarin nimi	7. Liikenteen CO ₂ -päästöt
Määritelmä	<p>Jos hanke lisää junaliikenteen määrää, se lisää junaliikenteen energiankulutusta ja CO₂-päästöjä. Toisaalta junaliikenteen kasvu vähentää tie-liikenteen suoritetta ja siten CO₂-päästöjä. Radan sähköistys tavallisesti vähentää junaliikenteen CO₂-päästöjä.</p> <p>Tämä mittari ottaa huomioon eri liikennemuotojen kysyntämuutosten kautta tuleva vaikutuksen liikenteen CO₂-päästöjen vuotuisen määrään.</p>
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Eri liikennemuotojen yhteenlaskettu CO ₂ -päästöjen määrä (tonnia/v) suunnittelussa tarkasteltavassa liikenteessä ennustetilanteessa.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on CO ₂ -päästöjen määrän minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että suurin CO ₂ -päästöjen määrä saa arvon 0 % ja pienin CO ₂ -päästöjen määrä saa arvon 100 %.
Tietolähde	Hankkeen liikenne-ennuste (suoritemäärät, liikenteen koostumus) ja päästökertoimet (hankkeen arvioinnissa ja laskelmissa käytetty lähde, joka voi olla esimerkiksi LIPASTO).
Huonoin arvo	Suurin suunnitteluvaihtoehtoista löytyvä arvo.
Paras arvo	Pienin suunnitteluvaihtoehtoista löytyvä arvo.
Vakiointi	Suosittelava mittari, jos vaikutus liikenteen hiilidioksidipäästöihin on hankkeessa merkityksellinen asia.

Mittarin nimi	8. Junaliikenteen melulle altistuminen
Määritelmä	Rautatieliikenteestä aiheutuvan meluhaitan suuruus muuttuu, jos hanke muuttaa lähtömelun määrää (kalusto, kiskot, suorite) tai meluntorjunnan määrää (meluesteet). Meluhaitan tarkastelussa voidaan ottaa huomioon sekä päivä- että yömelu, jos tarkasteltavalla hankkeella on vaikutusta molempiin.
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Junaliikenteen melulle altistuvien henkilöiden määrä (kpl) suunnitellussa tarkastellulla rataverkolla ennustetilanteessa.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on junaliikenteen melulle altistuvien määrän minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että suurin melulle altistuvien määrä saa arvon 0 % ja pienin melulle altistuvien määrä arvon 100 %.
Tietolähde	Suunnittelun yhteydessä tehdyt laskelmat tai muut arviot melualtistuksen määrästä eri vaihtoehtoissa.
Huonoin arvo	Suurin suunnitteluvaihtoehtoista löytyvä arvo.
Paras arvo	Pienin suunnitteluvaihtoehtoista löytyvä arvo.
Vakiointi	Suosittelava mittari, jos rautatieliikenteen melulle altistumisen muutos on hankkeessa merkityksellinen asia.

Mittarin nimi	9. Junaliikenteen tärinälle altistuminen
Määritelmä	<p>Junien akseli- ja kokonaispainojen tai kuljetusnopeuden nostaminen kasvattavat maaperän dynaamista kuormitusta. Näissä tilanteissa ihmisten havaitsema tärinä ja melu voivat kasvaa tasolle, joka koetaan epämiellyttäväksi. Erityisen haitalliseksi tärinä on havaittu matalissa asuinrakennuksissa savikoilla.</p> <p>Tämä mittari kuvaa hankkeen vaikutusta junaliikenteen tärinälle altistumisen määrään.</p>
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Tärinän haitalliseksi kokevien ihmisten määrä (kpl) ennustetilanteessa.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on tärinälle altistumisen minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että suurin tärinän haitalliseksi kokevien määrä saa arvon 0 % ja pienin tärinän haitalliseksi kokevien määrä arvon 100 %.
Tietolähde	Suunnittelun yhteydessä tehdyt laskelmat tai muut arviot tärinäaltistuksen määrästä eri vaihtoehdoissa.
Huonoin arvo	Suurin suunnitteluvaihtoehtoista löytyvä arvo.
Paras arvo	Pienin suunnitteluvaihtoehtoista löytyvä arvo.
Vakiointi	Ehdotus, jota voi käyttää sellaisenaan tai soveltaen, jos junaliikenteen tärinälle altistuminen on hankkeessa merkittävä asia.

Mittarin nimi	10. Radan estevaikutus
Määritelmä	<p>Rata aiheuttaa epätoivotun esteen, hidasteen tai turvallisuusriskin sen eri puolilla sijaitsevien kohteiden saavuttamiselle. Tällä mittarilla tarkastellaan radan estevaikutusta jalan, pyörällä tai autolla liikkuville ihmisille.</p> <p>Radan synnyttämän esteen suuruus riippuu radan ylitysmahdollisuuksien määrästä ja laadusta. Jos ylitys on järjestetty tasoristeyksenä, vaikuttaa junaliikenteen määrä esteen suuruuteen. Estevaikutuksen merkitys puolestaan riippuu siitä, kuinka paljon radan ylittäviä kulkijoita on. Estevaikutus lasketaan niissä radankohdissa, joissa on hankkeen mittapuussa merkittävässä määrin pysyvää asutusta tai kulkemista synnyttäviä toimintoja (esimerkiksi noin 1 000 metrin säteellä).</p> $(1) \epsilon_{ve} = \sum_{i=1}^n (N_i \times Ke_i) \mid n \geq 1 ; \epsilon_{ve} = 0 \mid n = 0$ <p>ϵ_{ve} = Hankevaihtoehdon estevaikutusindeksi N_i = Potentiaalinen kulkijoiden määrä vuorokaudessa radankohdassa i. Jos kulkijoiden määrästä ei ole tarkempaa tietoa, voidaan käyttää HLT:n mukaista keskimääräistä arvoa 2,6 kulkijaa (sis. autoilijat, pyöräilijät ja jalankulkijat) esteen häiritsemää asukasta kohden vuorokaudessa. Esteen häiritsemäksi asukasmääräksi oletetaan radan hal- kaisen maankäyttöalueen pienemmän osan asukasmäärä. Ke_i = Radan aiheuttaman esteen määrää kuvaava kerroin, joka saa arvon 1, jos rata on aidattu tai sen ylitys on muulla tavoin kokonaan estetty radankohdassa i. Jos radan poikki kulkeminen on mahdollista, määritetään kertoimen arvo kaavalla (2).</p> $(2) Ke_i = \frac{JM_i}{400} \times Kx$ <p>JM_i = Junien määrä vuorokaudessa radankohdassa i Kx = Radan poikki kulkemisen helppoutta ja riskiä kuvaava kerroin:</p> <ul style="list-style-type: none"> – suojaamaton tasoristeys: 1,0 – suojattu tasoristeys: 0,95 – silta, alikulku: 0,40.
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Indeksi, jolla ei ole mittayksikköä.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on estevaikutuksen minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että suurin indeksi saa arvon 0 % ja pienin estevaikutusindeksi saa arvon 100 %.
Tietolähde	Indeksin laskemisessa tarvittavat lähtötiedot saadaan suunnitelman liikenne- ja maankäyttötiedoista.
Paras arvo	Pienin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä indeksin arvo.
Huonoin arvo	Suurin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä indeksin arvo.
Vakiointi	Ehdotus, jota voi käyttää sellaisenaan tai soveltaen, jos radan estevaikutus on hankkeessa merkittävä asia ja vaihtoehtojen välillä tämän mittarin suhteen eroja.

Mittarin nimi	11. Pohjavesien pilaantumisriski
Määritelmä	Jos hankkeen vaikutusalueella on merkittäviä pohjavesialueita, niiden turvaaminen on huomioitava. Radalla kuljetettavien vaarallisten aineiden (VAK) suorite suojaamattomalla pohjavesialueella kuvaa välillisesti onnettomuusriskiä ja siitä mahdollisesti seuraavaa pohjavesien altistumista haitallisille aineille. Pohjavesivaikutusten riskiä voidaan pienentää ratalinjauksen sijainnin tai pohjavesisuojausten avulla.
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Vuotuinen vaarallisten aineiden kuljetussuorite suojaamattomalla pohjavesialueella (tonnikilometriä) ennustevuonna.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on suojaamattomalla pohjavesien pilaantumisriskin minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että suurin VAK-suorite pohjavesialueilla saa arvon 0 % ja pienin VAK-suorite pohjavesialueilla saa arvon 100 %.
Tietolähde	Ympäristövaikutusten arviointiselostus ja/tai muu suunnitteluaineisto.
Huonoin arvo	Pienin suunnitteluvaihtoehtoista löytyvä mittarin arvo.
Paras arvo	Suurin suunnitteluvaihtoehtoista löytyvä mittarin arvo.
Vakiointi	Ehdotus, jota voidaan käyttää sellaisenaan tai soveltaen, jos pohjavesien pilaantumisriski on hankkeessa merkittävä asia.

Mittarin nimi	12. Luonnon monimuotoisuuden heikkeneminen
Määritelmä	<p>Ratahankkeiden ensisijaisia ekologisia vaikutuksia ovat elinympäristöjen väheneminen ja pirstoutuminen, eläinkuolleisuuden nousu, sekä erilaiset este-, reuna- ja häiriövaikutukset. Radan alle jäävän pinta-alan lisäksi, laajemmalle alueelle levittäytyvä rakentamisen ja liikenteen aiheuttama häiriö ja estevaikutus vähentävät eliöille soveltuvia elinympäristöjä.</p> <p>Mittarin määrittämisessä otetaan huomioon seuraavat monimuotoisuuden vaikuttavat kuormitustekijät:</p> <ul style="list-style-type: none"> – ekologisten verkostojen pirstoutuminen (<i>EVP</i>) – maaperän peittyminen (<i>MP</i>) – eläin- ja kasvilajien harvinaistuminen (<i>EKH</i>) – luonnonsuojelullisesti arvokkaiden alueiden väheneminen (<i>LAV</i>). $(1) \text{EVP}_{ve} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{Av_i}{Aa_i} \right) \times \left(\frac{JM_i}{400} \right) \times K_i \mid n \geq 1 ; \text{EVP}_{ve} = 0 \mid n = 0$ <p>EVP_{ve} = Hankevaihtoehdon osaindeksi ekologisten verkostojen pirstoutumiselle Av_i = Väylän (ml. suoja-alue) pinta-ala viheralueella i Aa_i = Väylän halkoman viheralueen i kokonaispinta-ala JM_i = Junien määrä vuorokaudessa viheralueen i kohdalla; saa arvon 1, jos radan poikkikulku on estetty aidoin K_i = Viheralueen i arvoa kuvaava kerroin:</p> <ol style="list-style-type: none"> 5: <i>Luonnon ydinalueet</i> ovat rauhallisia, laajoja, eläimistölle tärkeitä tavanomaisen maa- ja metsätalouden piirissä olevia metsäalueita. 4: <i>Ekologiset käytävät</i> ovat vaihtelevan levyisiä metsäkäytäviä tai metsä-peltoketjuja, jotka ylläpitävät ydinalueiden toimintaa ja muodostavat leviämisteitä ja johtokäytäviä eläinten liikkua alueelta toiselle. Ne ovat metsäketjujen tai lehtipuukasvillisuuden muodostamia reittejä, jokilaaksoja tai peltoalueen läpi kulkevia saarimaisia ketjuja. 3: <i>Seudullinen ekologinen yhteys</i> turvaa mm. rannikkoalueen ja sisämaan alueiden yhteydet toisiinsa sekä Natura-alueiden väliset yhteydet. Käyttäjiä ovat mm. esimerkiksi laajalla alueella liikkuvat suuret nisäkkäät. 2: <i>Paikallinen verkosto</i> turvaa yksittäisten eläinten ja eläinryhmiin päivittäisen toimeentulon ja liikkumistarpeet. Kaupunkien ekologinen verkosto on pääsääntöisesti paikallista ekologista verkostoa. 1: <i>Rakentamisesta ja/tai muista maankäytön muutoksista johtuen heikentynyt viheryhteys</i>. Yhteys on merkittävästi kaventunut tai katkeillut paikoin, eikä se enää toimi turvallisena liikkumisreitteinä. Toimivan viheryhteyden leveys haja-asutusalueilla on noin 400–1000 metriä. Esikaupunkialueella noin 250–300 metriä. $(2) \text{MP}_{ve} = \Delta Av_{ve}$ <p>MP_{ve} = Hankevaihtoehdon osaindeksi maaperän peittymiselle</p>

	<p>ΔAv_{ve} = Väyläpinta-alan (ml. suoja-alueet) muutos tarkastellulla verkolla hankevaihtoehdossa</p> <p>(3) $EKH_{ve} = Lm_{ve}$</p> <p>EKH_{ve} = Hankevaihtoehdon osaindeksi eläin- ja kasvilajien harvinaistumiselle Lm_{ve} = Arvokkaiden lajien lukumäärä hankevaihtoehdon vaikutusalueella</p> <p>(4) $LAV_{ve} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{Av_i}{Aa_i} \right) n \geq 1 ; LAV_{ve} = 0 n = 0$</p> <p>$LAV_{ve}$ = Hankevaihtoehdon osaindeksi luonnonsuojelullisesti arvokkaiden alueiden vähenemiselle Av_i = Hankevaihtoehdon takia purettava ala suojelualueesta i Aa_i = Suojelualueen i kokonaispinta-ala</p> <p>Kokonaisindeksi luonnon monimuotoisuuden vähenemiselle hankevaihtoehdossa LMI_{ve} määritetään seuraavasti:</p> <p>(5) $LMI_{ve} = 0,35 \times \left(\frac{EVP_{ve}}{EVP_{max}} \right) + 0,25 \times \left(\frac{MP_{ve}}{MP_{max}} \right) + 0,15 \times \left(\frac{EKH_{ve}}{EKH_{max}} \right) + 0,25 \times \left(\frac{LAV_{ve}}{LAV_{max}} \right)$</p> <p>$X_{max}$ = Kunkin osaindeksin suurin arvo tarkastelluista vaihtoehdoista Osaindeksien painokertoimia (summa = 1) voi perustellen muuttaa hankkeeseen paremmin sopivaksi</p>
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Indeksi, jolla ei ole mittayksikköä.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on vaikutuksen minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että suurin kokonaisindeksi saa arvon 0 % ja pienin kokonaisindeksi saa arvon 100 %.
Tietolähde	Indeksin laskemisessa tarvittavat lähtötiedot saadaan ympäristövaikutusten arviointiselostuksesta.
Paras arvo	Pienin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä kokonaisindeksin arvo.
Huonoin arvo	Suurin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä kokonaisindeksin arvo.
Vakiointi	Ehdotus, jota voi käyttää sellaisenaan tai soveltaen, jos radan vaikutus luonnon monimuotoisuuteen on hankkeessa merkittävä asia.

Mittarin nimi	13. Maiseman ja kulttuuriympäristöjen heikkeneminen
Määritelmä	<p>Maisema on kokonaisuus, joka muodostuu geomorfologisista, ekologisista sekä kulttuurihistoriallisista tekijöistä sekä niiden vuorovaikutussuhteista. Kulttuuriympäristö on ihmisen rakentamalla, käyttämällä ja viljelemällä muuttamaa ympäristöä. Siihen kuuluvat historia, muinaisjäännökset, rakennukset ja kulttuurimaisema. Kulttuuriympäristön arvo perustuu sen ajalliseen ja alueelliseen kerrostuneisuuteen, joka ilmentää kulttuurin vaihteita sekä ihmisen ja luonnon vuorovaikutuksen muutoksia.</p> <p>Maiseman ja kulttuuriympäristöjen heikkenemisen mittari käsittelee maisemaa ja kulttuuriympäristöjä yhdessä:</p> $(1) MKH_{ve} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{Av_i}{Aa_i} \right) \times K_i \times H_i \mid n \geq 1 ; MKH_{ve} = 0 \mid n = 0$ <p>MKH_{ve} = Hankevaihtoehdon indeksi maiseman ja kulttuuriympäristöjen heikkenemiselle Av_i = Väylän (ml. suoja-alue) pinta-ala maisemaltaan tai kulttuuriympäristöltään arvokkaalla alueella i Aa_i = Väylän halkoman maisemaltaan tai kulttuuriympäristöltään arvokkaan alueen i kokonaispinta-ala K_i = Alueen i arvoa kuvaava kerroin:</p> <p>3: <i>Valtakunnallisesti</i> arvokas maisema tai kulttuuriympäristö. 2: <i>Seudullisesti</i> arvokas maisema tai kulttuuriympäristö. 1: <i>Paikallisesti</i> arvokas maisema tai kulttuuriympäristö.</p> <p>H_i = Alueelle i aiheutuvaa haittaa kuvaava kerroin:</p> <p>3: <i>Suuri haitta.</i> Kohdeympäristö on erityisen herkkä väylän aiheuttamille vaikutuksille, väylä kulkee alueen halki tai sillä on muuten suuri visuaalinen ja/tai toiminnallinen estevaikutus ympäristössä, haittavaikutukset ovat välittömiä sekä välillisiä ja luonteeltaan pysyviä. Kulttuuriympäristö tai sen osat voivat tuhoutua täysin.</p> <p>2: <i>Kohtalainen haitta.</i> Väylä kulkee alueella ja sillä on välittömiä sekä välillisiä haitallisia vaikutuksia alueen nykytilaan ja kehitykseen, väylä aiheuttaa kohtalaisen visuaalisen ja/tai toiminnallisen estevaikutuksen, väylä heikentää em. tavoilla selvästi kulttuuriympäristön arvoa, lieventävistä toimenpiteistä huolimatta.</p> <p>1: <i>Vähäinen haitta.</i> Kohdeympäristöllä on suuri kyky kestää väylän aiheuttamia muutoksia ympäristössä (ei herkkä), väylä ei kulje alueella tai kulkee sen vierestä, alueen arvot ovat jo valmiiksi heikentyneet tai ne tulevat heikentymään tulevaisuudessa muiden hankkeiden johdosta, väylällä on vain lievä estevaikutus ja haittavaikutuksia on mahdollista lieventää erilaisin toimenpitein.</p>
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Indeksi, jolla ei ole mittayksikköä.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on vaikutuksen minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että suurin indeksi saa arvon 0 % ja pienin indeksi saa arvon 100 %.

Tietolähde	Indeksin laskemisessa tarvittavat lähtötiedot saadaan ympäristövaikutusten arviointiselostuksesta.
Paras arvo	Pienin suunnitteluvaihtoehtoista löytyvä indeksin arvo.
Huonoin arvo	Suurin suunnitteluvaihtoehtoista löytyvä indeksin arvo.
Vakiointi	Ehdotus, jota voi käyttää sellaisenaan tai soveltaen, jos radan vaikutus maisemaan on hankkeessa merkittävä asia.

Mittarin nimi	14. Tavaraliikenteen liikennöintikustannukset
Määritelmä	Ratahankkeella on vaikutuksia tavarajunien liikennöintikustannuksiin, jos junakuljetukset voidaan hoitaa hankkeen seurauksena aiempaa tehokkaammin (mm. isompi kuormakoko, suurempi junapituus, siirtyminen dieselledosta sähkövetoon). Liikennöintikustannus vaikuttaa junakuljetuksen hinnoitteluun ja sitä kautta yritysten kuljetuskustannuksiin.
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Tavarajunien keskimääräinen liikennöintikustannus (M€/v) suunnittelussa tarkastellulla rataverkolla ennustetilanteessa.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on kustannusten minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että suurin kustannus saa arvon 0 % ja pienin kustannus arvon 100 %.
Tietolähde	Hankearvioinnin liikennetaloudelliset laskelmat, tavaraliikenneennuste.
Huonoin arvo	Suurin suunnitteluvaihtoehtoista löytyvä arvo.
Paras arvo	Pienin suunnitteluvaihtoehtoista löytyvä arvo.
Vakiointi	Suosittelava mittari, jos tavaraliikenteen liikennöintikustannusten muutos on hankkeessa merkityksellinen asia.

Mittarin nimi	15. Henkilöliikenteen liikennöinnin talous
Määritelmä	Ratahankkeella on vaikutuksia henkilöliikenteen liikennöintikustannuksiin, jos junasuoritteet muuttuvat. Jos hanke vaikuttaa junamatkojen määrään (kysyntään), niin tämä vaikuttaa lipputuloihin. Hankkeen kokonaisvaikutusta liikennöinnin talouteen kuvaa liikennöintikustannusten ja lipputulojen yhteenlaskettu muutos (tuottajan ylijäämän muutos), joka kohdistuu markkinaehtoisessa liikenteessä liikennöintiä harjoittavalle yritykselle. Jos hankkeen liikenteessä on ostoliikennettä tai muulla tavoin viranomaisen järjestämää liikennettä, vaikuttaa liikennöinnin nettokustannusten muutos subventiotarpeeseen.
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Henkilöliikenteen liikennöinnin tuottajan ylijäämä (M€/vuosi) suunnittelussa tarkastellussa junaliikenteessä ennustetilanteessa.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on tuottajan ylijäämän maksimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että pienin tuottajan ylijäämä saa arvon 0 % ja suurin tuottajan ylijäämä saa arvon 100 %.
Tietolähde	Hankearvioinnin liikennetaloudelliset laskelmat.
Huonoin arvo	Pienin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä arvo.
Paras arvo	Suurin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä arvo.
Vakiointi	Suosittelava mittari, jos henkilöliikenteen liikennöintikustannusten muutos on hankkeessa merkityksellinen asia.

Mittarin nimi	16. Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön
Määritelmä	Ratahankkeella on vaikutus yhdyskuntarakenteeseen ja maankäytön, jos jotkin maankäyttötoiminnot toteutuvat hankkeen seurauksena ja jäävät toteutumatta, jos hanketta ei toteuteta. Maankäyttöjen mahdolliset eroavaisuudet otetaan huomioon liikenne-ennusteiden laadinnassa, ja ne ovat siltä osin mukana kannattavuuslaskelman käyttäjähyötyjen arviossa. Kannattavuuslaskelman ulkopuolelle jää kuitenkin hankkeesta riippuvan maankäytön muu kuin liikenteellinen merkitys, ja se voi olla hankkeen päätöksenteossa merkityksellinen tieto.
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Hankevaihtoehdon toteuttamisesta riippuva rakennusoikeus (kerros-m ²).
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on rakennusoikeuden maksimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että pienin rakennusoikeus saa arvon 0 % ja suurin rakennusoikeus saa arvon 100 %.
Tietolähde	Ympäristövaikutusten arviointiselostus ja/tai muu suunnitteluaineisto.
Huonoin arvo	Pienin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä rakennusoikeuden määrä.
Paras arvo	Suurin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä rakennusoikeuden määrä.
Vakiointi	Suositusmittari, jota voidaan käyttää, jos vaikutus rakennusoikeuksien määrään on hankkeessa merkittävä asia.

